

GUIDE PRATIQUE

DE

MINÉRALOGIE APPLIQUÉE

L'auteur et l'éditeur se réservent le droit de traduire ou de faire traduire cet ouvrage en toutes langues. Ils poursuivront conformément à la loi et en vertu des traités internationaux toute contrefaçon ou traduction faite au mépris de leurs droits.

Le dépôt légal de cet ouvrage a été fait à Paris en temps opportun, et toutes les formalités prescrites par les traités sont remplies dans les divers États avec lesquels il existe des conventions littéraires.

Tout exemplaire du présent ouvrage qui ne porterait pas, comme ci-dessous, ma griffe, sera réputé contrefait, et les fabricants et débitants de ces exemplaires seront poursuivis conformément à la loi.



GUIDE PRATIQUE

DE

MINÉRALOGIE APPLIQUÉE

(HISTOIRE NATURELLE INORGANIQUE)

OU

Connaissance des combustibles minéraux, des pierres précieuses, des matériaux de construction, des argiles céramiques, des minéraux manufacturiers et des laboratoires, des minerais de fer, de cuivre, de zinc, de plomb, d'étain, de mercure, d'argent, d'antimoine, d'or, de platine, etc.,

PAR

A. F. NOGUÈS

Professeur de Sciences physiques et naturelles à l'École Saint-Thomas-d'Aquin
et à l'École centrale lyonnaise.

DEUXIÈME PARTIE

AVEC 124 FIGURES DANS LE TEXTE

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE
EUGÈNE LACROIX, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Quai Malaquais.





GUIDE PRATIQUE

DE

MINÉRALOGIE APPLIQUÉE



SOUS-CLASSE DES SILICATES (SUITE)

III.

Silicates alumineux, calciques et de leurs isomorphes.

1^{re} Espèce : Grenat.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Les grenats sont diversement colorés ; leur densité varie de 3,5 à 4,3 ; leur dureté est variable, en général égale à 7, ou un peu supérieure à celle du quartz hyalin. Les variétés pâles raient le quartz avec difficulté ; les variétés plus colorées sont à peu près de la dureté du quartz et les variétés tout à fait noires sont rayées par le quartz hyalin.

La cassure du grenat est vitreuse, conchoïdale, inégale, d'un éclat gras ; sa couleur est variable ; il y a des variétés presque incolores, jaunes ou d'un vert clair, rarement opaques (grossulaire, spessartine), d'autres présentent toutes les nuances du rouge pâle au rouge brun (almandine), plus ou moins transparents ; enfin, il y a des variétés noires (mélanite) et d'autres d'un beau vert d'herbe (ouwarovite).

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le grenat cristallise dans le système régulier, sa forme dominante est le dodécaèdre rhomboïdal (fig. 125, 126);

Fig. 125.

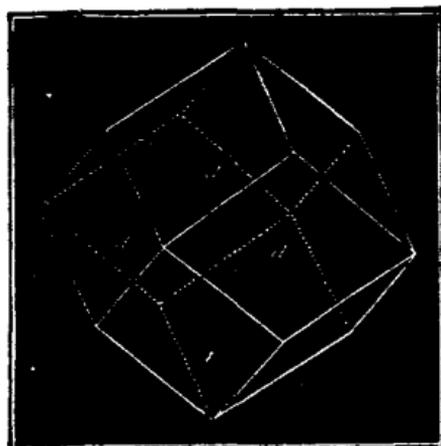
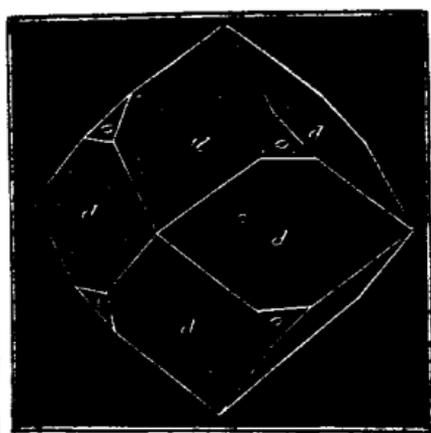
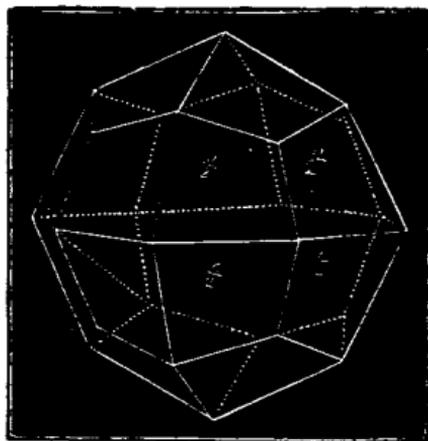


Fig. 126.



quelquefois aussi on trouve le trapézoèdre ou solide à 24 faces (fig. 127); on rencontre aussi fréquemment la combinaison de ces deux formes.

Fig. 127.



Le grenat a des indices de clivage, très-difficiles à déterminer, parallèlement aux faces du dodécaèdre rhomboïdal.

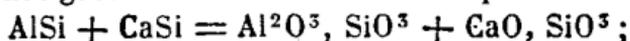
CARACTÈRES CHIMIQUES. — Les grenats sont des silicates doubles qui peuvent être représentés par la formule générale $R\text{Si} + r\text{Si}$, R étant habituellement de l'alumine, de l'oxyde ferrique, ou de l'oxyde chromique, isomorphes de l'alumine, et r de la chaux, de la magnésie, de l'oxyde ferreux ou manganoux.

Suivant leur composition, les grenats sont insolubles dans les acides ou attaquables par ces réactifs : les variétés claires sont plus ou moins attaquables ; les variétés rougeâtres sont moins attaquables aux acides quand elles n'ont pas été fondues.

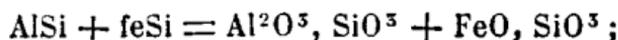
Les variétés claires sont aussi infusibles au chalumeau ou à peine fusibles ; les variétés rougeâtres se gonflent un peu et quelquefois à la flamme réductrice, elles donnent une scorie magnétique : les variétés foncées, rouge intense, brunes ou noires sont facilement fusibles en scorie magnétique, enfin, la variété verte est infusible au chalumeau.

On peut diviser l'espèce grenat en cinq variétés, savoir :

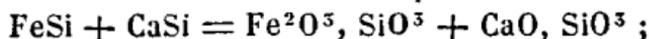
1° Grenat grossulaire ou alumino-calcique :



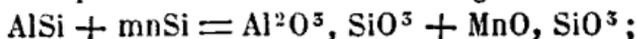
2° Grenat almandine ou alumino-ferreux :



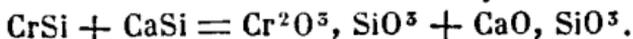
3° Grenat mélanite ou ferro-calcique :



4° Grenat spessartine ou alumino-manganoux :



5° Grenat ouwarovite ou chromo-calcique :



Les grenats alumineux sont donc : 1° le grossulaire ; 2° l'almandine ; 3° la spessartine.

Dans la mélanite, l'oxyde ferrique remplace l'alumine, tandis que dans l'ouwarovite, c'est l'oxyde chromique qui la remplace.

1° *Grossulaire* (Beud.). Grenat calcaire, incolore et transparent, verdâtre, jaunâtre ou rouge orangé; raie le quartz; densité de 3,35 à 3,74; peu fusible; fond en un verre ou émail peu coloré de teinte verte; en poussière, soluble dans l'acide chlorhydrique concentré; la solution donne un précipité blanc par l'oxalate ammonique. Variété: *essonite*.

2° *Almandine* (Beud.). Grenat ferreux, dans lequel quelquefois la magnésie ou l'oxyde manganoux tiennent lieu en tout ou en partie de l'oxyde ferreux; rouge violet, brun foncé ou même noir, raie le quartz; densité = 3,9 à 4,23; fusible au chalumeau, en un globule noir mat, ou métallique, attirable à l'aimant; insoluble dans les acides; la solution après la fusion avec la potasse, précipite en bleu par le ferro-cyanure potassique (prussiate jaune) et un peu ou point par l'oxalate ammonique.

3° *Mélanite* (Beud.). Substance jaunâtre, brune ou noire, rayée en général par le quartz ou le rayant difficilement; densité = 3,55 à 3,9; fusible au chalumeau en un verre noir; soluble en tout ou en partie dans l'acide chlorhydrique, solution précipitant en bleu par le ferro-cyanure potassique et en blanc par l'oxalate ammonique, ne donnant pas ou peu d'alumine. Variété: *aplome*.

4° *Spessartine* (Beud.). Grenat manganésien, substance rouge ou brune, rayant le quartz; densité = 3,7 à 4,1; donnant avec la soude une réaction prononcée de manganèse.

5° *Ouwarovite*, grenat chromifère, couleur vert d'herbe, raye le quartz; le plus dur des grenats, infusible au chalumeau, il n'y perd ni sa couleur ni sa transparence. Le grenat pyrope est une variété magnésienne chromo-aluminique d'ouwarovite.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. GISEMENTS. — Le grenat

a, parfois, une relation assez particulière avec ses gangues : il se trouve assez souvent dans des roches à structure feuilletée (schistes, micaschistes) ; il s'est alors assez généralement soudé à la masse enveloppante et se présente en gros cristaux ou en tubercules volumineux, dont l'enveloppe seule est composée d'une mince croûte de grenat cristallisé, tandis que l'intérieur est formé de la masse enveloppante amorphe.

Le grenat se rencontre aussi en gros cristaux dans les roches feuilletées et en masses considérables granulaires, formées de grains non cristallins, à cassure résineuse ; quelquefois aussi, on le trouve en grandes masses résineuses passant à la structure compacte et en masses amorphes.

Les principaux gisements du grenat sont : 1° Dans les roches cristallines plutoniques : granites, pegmatites, leptynites, etc., diorites, serpentines ;

2° Dans les roches volcaniques, basaltes, trachytes, (Somma, Frascati) ;

3° Dans les roches métamorphiques, (gneiss, micaschistes, schistes talqueux et micacés) des Alpes, des Pyrénées, de la Scandinavie ; dans les phylades, les micaschistes de l'île de Levant (Var).

Aux environs de Lyon, on trouve des grenats : 1° dans l'oligoclasite de Francheville, accompagnés d'émeraude ; 2° à Chaponost, près du moulin du Barret, sur la rive gauche du Garon, dans une roche granitique ; 3° dans les micaschistes de Saint-Symphorien-d'Ozon, de Roche-Cardon, de Rive-de-Gier ; 4° dans le gneiss des environs de Laubépin ; 5° dans le schiste micacé de Mont-Vieux ; 6° dans les leptynites et granulites de Brignais, Chaponost, Francheville.

4° Les grenats se trouvent aussi dans les calcaires

secondaires des Pyrénées, comme à Saint-Béat, etc. (calcaire jurassique).

Les plus belles variétés de grossulaire se trouvent en Norwége, au Mexique, dans le Tyrol et l'Oural.

L'almandine est disséminée principalement dans les schistes talqueux des Alpes, des Pyrénées, de la Norwége, de l'Oural, du Tyrol; la mélanite se trouve à Lindbo, en Suède, à Altenau, en Hanovre, à Frascati, Albano, à la Somma; on la trouve aussi dans un calcaire noir des environs de Barèges.

Le grenat manganésien se trouve à Spessart (Piémont), à Haddam (Connecticut), Chanteloube (près de Limoges); enfin, l'ouwarovite, dans les monts Oural.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les beaux grenats sont des pierres d'un prix peu élevé; on emploie les belles variétés d'almandine et les variétés rougeâtres de grossulaire dans la bijouterie. L'almandine est connue sous le nom de grenat syrien ou grenat oriental, le grossulaire, sous celui de grenat hyacinthe.

On emploie aussi les variétés d'almandine sous la forme de petites perles, à peine ébauchées par la taille, pour fabriquer des colliers.

Dans quelques localités de l'Allemagne, où les grenats sont abondants, on s'en sert comme fondants avec divers minerais de fer.

Quelquefois les sables grenatifères sont employés pour remplacer l'émeri. A Lantigué, près de Beaujeu, on a tenté d'exploiter un amas ou puissant filon, contenant des culots de magnétite, noyés dans des masses de grenat massif avec géodes tapissées de cristaux de quartz.

Le grenat pourrait être confondu avec d'autres minéraux, tels que certaines variétés d'idocrase, de

staurotide, de zircon. Il sera toujours facile de le distinguer de l'idocrase par l'examen de ses formes, et parce que l'idocrase est plus facilement fusible que le grenat; l'insolubilité de la staurotide et du zircon, dans les acides, suffira aussi pour ne pas confondre ces deux minéraux avec le grenat.

Le grenat taillé est quelquefois pris pour du corindon ou du spinelle, mais il s'en distingue par sa moindre dureté et par la simple réfraction.

2^e *Espèce : Idocrase (Haüy). Vésuvienne (Broch.).
Gemme de Vésuve. Cyprine.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'idocrase est une substance cristalline ou compacte diversement colorée; la couleur la plus habituelle est le vert de diverses nuances; les autres couleurs sont le bleu clair, le brun, le violet foncé. Les cristaux sont incomplètement transparents, la cassure est vitreuse et inégale; des stries caractéristiques se montrent parallèlement aux côtés de la base des cristaux; sa densité varie de 3,25 à 3,42; sa dureté = 6,5, raie le verre, double réfraction à un axe négatif.

On distingue plusieurs variétés de couleur; savoir :

1^o La vésuvienne, brun verdâtre ou rouge, densité = 3,42;

2^o L'idocrase du Piémont, vert clair, cristaux petits et transparents, densité = 3,399;

3^o L'égérane (Eger, en Bohême), vert foncé, gros cristaux;

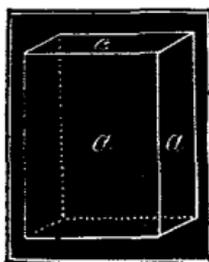
4^o La frugardite (Frugard, en Finlande), contient 1/10 de magnésie;

5^o La cyprine, beau bleu céleste, densité = 3,228.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'idocrase cristallise dans le système quadratique; la forme

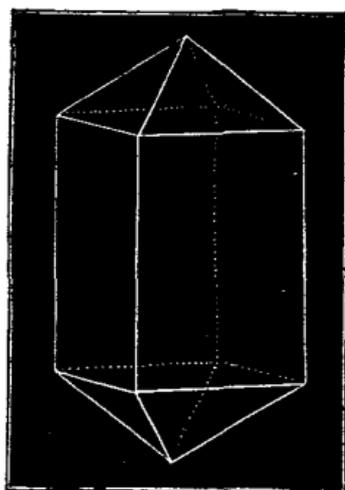
primitive des cristaux est un prisme droit à base carrée (fig. 128), dans lequel le rapport d'un côté de la base B à la hauteur H est $\frac{25}{15}$.

Fig. 128.



La forme primitive est dominante ; mais presque toujours le prisme quadratique est tronqué sur ses arêtes verticales, et quelquefois surmonté d'un pointement (fig. 129).

Fig. 129.

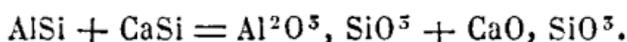


CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'idocrase ne donne pas d'eau par calcination ; elle est fusible au chalumeau en un verre jaunâtre ; le plus souvent soluble

par digestion dans les acides; solution précipitant par l'oxalate ammonique. La substance de l'idocrase est très-voisine de celle des grenats alumino-calciques; elle est composée comme l'indique l'analyse suivante :

	Idocrase brune du Vésuve.	Idoc. verte d'Ala, en Piémont.
	oxyg. rap.	oxyg. rap.
Silice	37,50	19,62 - 1-39,25
Alumine.	18,50-9,03	18,10-8,44
Chaux	33,71-9,47	19,8 - 1-33,85-9,48
Oxyde ferreux.	6,25-1,42	4,30-0,98
Oxyde manganoux.		0,75-0,17
Magnésic.		2,70-1,05
		20,39 - 1
		20,1 - 1

Ce qui conduit à la formule :



CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'idocrase possède deux principaux gisements; elle se trouve : 1° dans les roches calcaires intercalées dans le tuf ponceux de la Somma;

2° Dans les roches talqueuses et calcaires des terrains métamorphiques des Alpes du Piémont et du Tyrol, des Pyrénées, de l'Oural, de la Norwége.

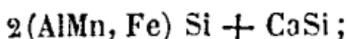
CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — L'idocrase n'a pas de valeur; on taille quelques variétés transparentes pour la bijouterie.

3° *Espèce* : *Épidote* (Haüy). *Thallite* (Beud.).
Schorlvert. *Zoïsité*.

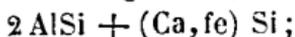
CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'épidote est une substance grise, verte ou violette, qui raié le verre et est rayée par le quartz; sa dureté = 6,5, sa densité = 3,25 à 3,45.

On connaît trois variétés principales d'épidote, qui sont :

1° Épidote violette, ou manganésifère, ou piémontite, densité = 3,4 :



2° Épidote verte, ou ferrugineuse, ou thallite :



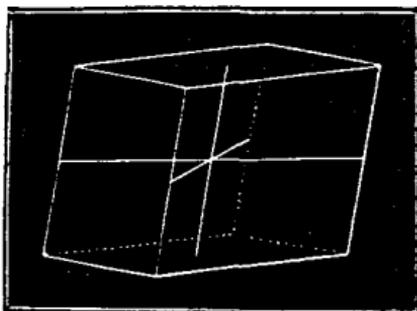
3° Épidote grise, ou calcaire, ou zoïsité :



La cassure de l'épidote est inégale; la variété grise se clive facilement et présente une cassure lamelleuse.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Ce minéral cristallise dans le système clino-rhombique; la forme primitive est un prisme oblique à base parallélogramme, dont les faces latérales interceptent un angle de $115^{\circ}, 30'$ (fig. 130). Les formes les plus

Fig. 130.



simples sont des prismes à six faces surmontés d'un biseau résultant d'une modification sur les arêtes, ou d'un second biseau placé sur les angles. Les cristaux sont souvent maclés, souvent aussi ils sont réunis en masses bacillaires

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'épidote est une substance formée d'un silicate d'alumine, cette base pouvant être remplacée en partie par l'oxyde ferrique, et d'un silicate calcique et ferreux, l'une de ces

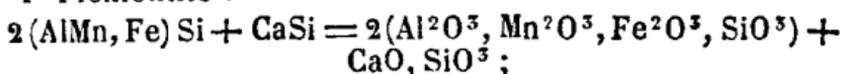
bases pouvant dominer et même régner presque seule, à l'exclusion de l'autre; sa formule générale sera $2R\text{Si} + r\text{Si}$, dans laquelle R représente l'alumine ou l'oxyde ferrique et r la chaux ou l'oxyde ferreux.

L'épidote ne donne pas d'eau par calcination; au chalumeau, elle se boursoufle, se tuméfie et se fond sur les bords. La variété verte donne une masse d'un brun foncé; la variété grise, un vert transparent, un peu jaunâtre; la piémontite donne une poussière rouge. Toutes sont inattaquables par les acides.

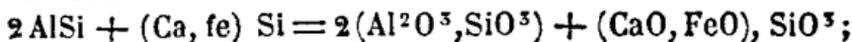
	Piémontite.	Thallite.	Zoïsite.	Rapports.
Silice	33,5	37	45	3
Alumine	15,0	27	29	2
Chaux	14,5	14	21	•
Oxyde ferreux	•	17	3	1
Oxyde manganoux	•	1,50	•	•
Oxyde manganique	12,0	•	•	•
Oxyde ferrique	19,5	•	•	•

L'oxygène de la silice, de l'alumine, de la chaux et de ses isomorphes sont dans les rapports :: 3 : 2 : 1; ce qui donne les formules :

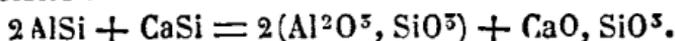
1° Piémontite :



2° Thallite :



3° Zoïsite :



CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'épidote se trouve dans les roches cristallisées des Alpes (Dauphiné, Chamounix, Oisans, St-Gothard), des Pyrénées, de la Suède, de la Norwège, de l'Ecosse. M. Fournet l'a signalée dans les porphyres de Pélérat, dans les schistes métamorphiques de Brouilly, Chessy, Montagny.

4^e Espèce : *Cordiérite (H)*. *Dichroïte*. *Sidérite*.
Iolite. *Saphir d'eau*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La cordiérite a une couleur bleue très-variable de nuance et d'intensité ; les gros cristaux paraissent noirs ou presque noirs sur leurs faces naturelles : la cassure est d'un bleu, à reflets un peu verdâtres, sans coloration uniforme dans toute la masse. Dans les pierres taillées, si l'on regarde dans un sens perpendiculaire à la base du prisme, la pierre paraît d'un bleu d'azur foncé ; dans un autre sens, la coloration est brun fauve ; enfin, dans un autre sens perpendiculaire aux deux premiers, elle est d'un brun passant au verdâtre. La cassure de la cordiérite est inégale, quelquefois lamelleuse en apparence ; son éclat est peu vif sur les faces naturelles, mais, dans la cassure, il est très-vitreux passant à l'éclat résineux. Sa densité varie de 2,56 à 2,66 ; sa dureté = 7 ; elle raie difficilement le quartz et possède la double réfraction à 2 axes.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système du prisme hexagonal ; la forme primitive est un prisme hexagonal régulier dont le côté de la base B est à la hauteur H dans le rapport de $\frac{10}{9}$. Le prisme est toujours surmonté de pointements pyramidaux ; les cristaux se groupent souvent en masses volumineuses.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La cordiérite ne donne pas d'eau par calcination ; elle est inattaquable par les acides ; elle fond difficilement et imparfaitement au chalumeau en un émail gris verdâtre.

La substance de la cordiérite est formée de deux

silicates, l'un à base d'alumine, et l'autre à base de magnésie ou d'oxyde ferreux.

		Oxygène.	Rapports.
Silice	49,7	25,94	5
Alumine	32,0	15,36	3
Magnésie	9,5	4,04	1
Oxyde ferreux	6,0	1,13	
Oxyde manganoux	1,0	.	.
Eau	1,0	.	.

Ce qui conduit à la formule :

$3\text{AlSi} + (\text{Mg, fe})\text{Si}^2 = 3(\text{Al}^2\text{O}^3, \text{SiO}^3) + (\text{Mg O, FeO}), 2\text{SiO}^3$
 dans laquelle les quantités d'oxygène de la silice, de l'alumine et de la magnésie sont dans les rapports :: 5 : 3 : 1.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La cordiérite est un minéral qui se trouve disséminé : 1° dans les granites et les micaschistes ; 2° dans les amas de cuivre pyriteux ; 3° dans les trachytes, les tufs trachytiques et basaltiques.

M. Drian l'a trouvée dans une éclogite (feldspath anorthose, diallage, mica et grenat) entre Riveric et le Petit-Machizeau. On l'a trouvée aussi dans les schistes siluriens de Bagnères-de-Luchon.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les variétés bleues et irisées sont assez recherchées ; les variétés d'une belle couleur bleue ou violâtre sont employées en bijouterie sous le nom de saphir d'eau et luch-saphir.

PINITE. — La pinite est une variété de cordiérite décomposée ; elle a l'aspect pierreux, souvent on trouve un noyau central de cordiérite non décomposée.

Les formes et le gisement de la pinite sont les mêmes que ceux de la cordiérite ; on la trouve aussi en prismes cylindroïdes, dans les roches granitiques (Forez, Auvergne).

5^e *Espèce* : *Émeraude* (H.). *Béryl* (W.).
Smarad (W.). *Aigue-marine*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Les colorations de l'émeraude sont très-variables ; il y en a de vertes, de bleuâtres, de roses et d'incolores ; souvent elles présentent une nuance jaunâtre, dans quelques gisements on en trouve qui sont colorées en rouge ; mais la couleur habituelle est le vert.

L'émeraude se présente ordinairement en cristaux hyalins à cassure vitreuse, conchoïdale et lamelleuse dans le sens du clivage ; il y a aussi des variétés lithoïdes. Elle peut passer par tous les degrés de translucidité, depuis la transparence la plus parfaite jusqu'à l'opacité complète. Les variétés transparentes ont en général l'éclat vitreux, les variétés opaques sont mates et n'ont que l'éclat pierreux. Sa densité = 2,732 à 2,678 ; sa dureté est supérieure à celle du quartz, elle est comprise entre 7, 5 et 8, par suite, elle est inférieure à celle de la topaze.

On distingue deux variétés d'émeraudes, savoir :

1^o L'émeraude proprement dite, d'un beau vert ; densité = 2,732, au chalumeau avec le borax donne un verre à teinte verte ;

2^o Le béryl ou béryl ou aigue marine, vert d'eau, vert clair passant au jaunâtre et au bleu, parfois rose ; cristaux à faces striées longitudinalement, parfois surmontés d'un pointement, généralement réunis ; densité = 2,678.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'émeraude se présente en cristaux ou en masses cristallisées ; elle cristallise dans le système hexagonal ; la forme primitive est un prisme hexagonal régulier dont la hauteur est à peu près égale au côté de la base (fig. 131 et 132).

La forme ordinaire des cristaux est le prisme hexagonal, presque sans modifications : les cristaux sont presque toujours basés.

Fig. 131

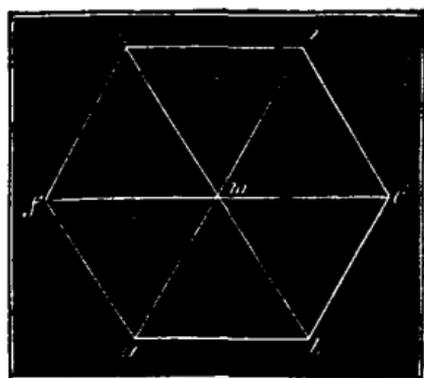
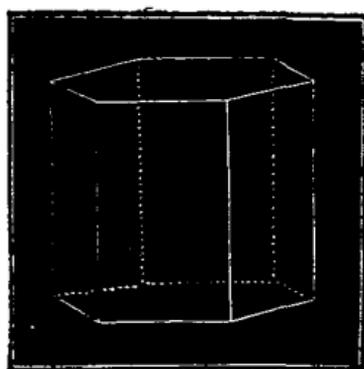


Fig. 132



Les cristaux présentent un clivage facile parallèlement à la base du prisme.

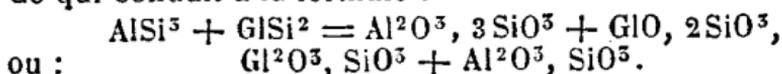
CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'émeraude est inattaquable aux acides ; elle est infusible à une très-forte chaleur ; au chalumeau, elle devient blanche et opaque sur les bords des fragments aigus : avec le borax, elle se dissout en un verre transparent et incolore ou d'une teinte verte.

Les variétés colorées blanchissent en perdant quelques millièmes de leur poids, ce qui semblerait indiquer que leur coloration est due à des matières organiques. Précipité ammoniacal, attaqué par le carbonate ammoniacal ; sa solution ne précipite pas par la soude en excès, mais laisse, après l'évaporation et la calcination, un résidu insoluble.

L'analyse a donné pour la composition de l'émeraude :

	Pérou.	Sibérie.	Oxygène.	Rapports.
Silice	64,56	68	33,50	5
Alumine.	16,00	15	7,35	1
Glucine	13,00	14	7,90	1
Chaux.	1,60	2	"	"
Oxyde ferrique. . .	"	1	"	"
Oxyde chromique .	3,25	"	"	"

Ce qui conduit à la formule :



M. Fournet explique la coloration de la plupart des pierres par la diffusion d'une matière organico-minérale du genre des bitumes et des pétroles ; c'est elle, et non les oxydes métalliques, qui remplirait le plus souvent le rôle de principe colorant dans les émeraudes, les zircons, les topazes, les tourmalines, les quartz, les micas, etc.

M. Lévy a rapporté à une matière organique, la couleur verte des émeraudes de Colombie, que, depuis Vauquelin, on attribuait uniquement à l'oxyde de chrome. Il observa que la proportion de matière organique croissait avec l'intensité de la couleur, tandis que celle-ci n'était nullement en rapport avec la quantité d'oxyde chromique, toujours très-petite, même dans les émeraudes de nuance très-foncée. Du reste, MM. Lévy, Fournet et Jannettaz ont constaté la décoloration ou des altérations dans la couleur verte de l'émeraude par l'action du feu.

L'émeraude verte de Santa-Fé, au sortir de la mine, et tant qu'elle est imprégnée de son eau de carrière, est très-fragile ; desséchée avec soin, elle dégage encore, à la chaleur rouge, 2 p. 0/0 d'eau et d'une substance organique, probablement un carbure d'hydrogène, enfin, d'après les analyses de M. Lévy, l'émeraude contient, accidentellement sans doute, une petite quantité de soude.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. GISEMENTS. — L'éme-

raude est un minéral qui se trouve dans les terrains cristallins, primaires et secondaires métamorphiques ; en France, on la trouve en Bretagne, Vendée, Auvergne, Limousin (Chanteloup), Lyonnais, etc. Lauenoy a indiqué le premier les gîtes d'émeraudes de Dommartin, du Logis-du-Cerf et du four à chaux de Lozanne, dans les pegmatites. M. Drian l'a signalée dans les nodules ou lentilles de quartz, dans le mica-schiste de l'île-Barbe, des bords de la Saône, dans les pegmatites du Mont-d'Or, dans l'oligoclasite de Francheville.

Émeraudes dans le sol granitique :

1° France : environs de Limoges, dans un granit à gros grains, à Nantes, Autun, dans les pegmatites.

2° Etranger : En Sibérie, on trouve l'émeraude sur du quartz hyalin enfumé formant des filons dans le granite ; à Poëinig, en Saxe, Wicklow, en Irlande, Haddam, aux États-Unis, Fimbo, en Suède, Tomela, en Finlande, l'émeraude se trouve dans les roches granitiques.

Émeraudes dans les terrains cristallophylliens. Les émeraudes se trouvent dans un schiste micacé des monts Zabaca, entre l'Éthiopie et l'Égypte. Les plus anciennes émeraudes connues sont venues de l'Égypte.

Émeraudes dans le terrain crétacé. Les belles émeraudes de la Nouvelle-Grenade, du Pérou, du Brésil, du Mexique, se trouvent dans le terrain crétacé. Les magnifiques émeraudes qu'on exporte de Santa-Fé-de-Bogota, viennent de la mine de Muzo ; elles se trouvent dans un schiste noir, néocomien, bitumineux, accompagné du calcaire blanc spathique avec pyrites et quelquefois des mouches d'or natif. En Algérie, on a découvert, dans la vallée de l'Harach, à Oued-Bouman, à 15 kilomètres de Blidah, un gîte d'émeraudes dans un calcaire compacte appartenant au terrain crétacé inférieur.

Les béryls les plus précieux viennent des Indes-Orientales ; ceux de l'île d'Elbe sont ordinairement roses, ceux de Salzbourg ont une teinte verte.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — L'émeraude est une pierre précieuse qui se vend à un prix presque égal à celui du diamant. L'émeraude verte, dite du Pérou (Colombie) et du Brésil, est très-estimée, surtout lorsqu'elle présente une belle teinte veloutée et qu'elle est exempte de fissures ; les béryls les plus précieux pour la bijouterie sont ceux des Indes-Orientales et de la Sibérie ; mais il sont moins recherchés et moins chers que l'émeraude verte.

6^e Espèce : *Euclase* (Haüy). *Prismatic Emerald* (Haidinger).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Cristaux hyalins, couleur vert d'eau ou bleuâtre, éclat vitreux, très-fragiles, se brisent facilement ; leur dureté = 7,5, raient le quartz ; leur cassure en travers est conchoïdale et vitreuse ; densité = 3,098 ; possèdent la double réfraction à un haut degré, s'électrisent, par la pression et conservent l'électricité pendant 24 heures.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'euclase cristallise dans le système clino-rhombique ; la forme primitive est le prisme rectangulaire oblique ou le prisme rhomboïdal oblique (fig. 130) dans lequel l'incidence des faces latérales est de $114^{\circ},50'$, celle de la base sur chacune d'elles de $118^{\circ},46'$, et le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur à peu

près $\frac{25}{13}$. Les cristaux possèdent un clivage net et

facile parallèlement aux faces latérales du prisme.

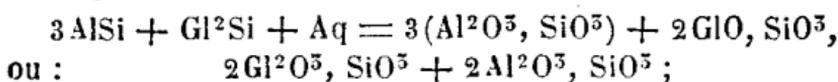
CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'euclase est fusible au chalumeau en un émail blanc ; avec le borax, il se gonfle, produit une légère effervescence, blanchit et se convertit ensuite, par une dissolution lente, en un verre transparent, incolore.

Précipité ammoniacal attaquant par le carbonate ammonique ; sa solution ne précipite pas par la soude en excès, mais laisse, après l'évaporation et la calcination, une matière insoluble.

L'analyse a donné pour la composition de l'euclase.

	Berzélius.	Rapports.	Damour.	Rapports.
Silice	43,22	3	41,63	4
Alumine	30,56	2	34,07	3
Glucine	21,78	} 2	16,97	2
Oxyde ferreux . .	2,22		1,03	•
Eau	•		0,38	•
Fluor	•		6,04	•
Oxyde stannique .	0,70		0,34	•
Chaux	•	•	0,14	•

Ce qui conduit à la formule :



Les quantités d'oxygène, de la silice, de l'alumine et de la glucine, sont dans les rapports :: 3 : 2 : 2, ou :: 4 : 3 : 2.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'euclase se trouve dans les alluvions gemmifères du Brésil associé aux étacolumites de Minas-Geraës.

On l'emploie rarement dans la bijouterie.

Tableau résumé des espèces du groupe des silicates aluminocalciques.

1	{	a. Substance cristallisant dans le syst. cubique. <i>Grenat.</i>	
		b. Substs. ne cristallisant pas dans le syst. cubique.	2
2	{	a. Substance cristallisant dans le syst. quadratique.	3
		b. Substance ne cristallisant pas dans le système quadratique.	4

- 3 { a. Cristaux ordinairement verts ou bleuâtres, fusibles au chalumeau en un verre jaune, densité 3,25 à 3,42. *Idocrase*.
 b. Cristaux verdâtres ou blancs, fusibles au chalumeau en un verre spongieux blanc, densité 2,61. *Méionite*.
 c. Cristaux verdâtres, fusibles en un émail blanc éclatant, densité 2,63 à 2,77 *Wernérite*.
- 4 { a. Substance cristallisant dans le syst. hexagonal. . . 5
 b. Subst. cristall. dans le syst. clino-rhombique . . . 6
- 5 { a. Substance ordinairement verte, verdâtre, grise, fusible sur les bords, cassure lamelleuse, dureté = 6,5, densité 3,25 à 3,45 *Epidote*.
 b. Substance vert d'eau ou bleuâtre, très-fragile, fusible en un émail blanc, cassure conchoïdale et vitreuse, dureté 7,5, densité 3,098. *Euclase*.
- 6 { a. Couleur bleue, dichroïte, difficilement et imparfaitement fusible au chalumeau en émail gris verdâtre, dureté 7, densité 2,55 à 2,66. *Cordiérite*.
 b. Couleur ordinairement verte, non dichroïte, fusible au chalumeau en un verre bulleux de teinte verte, dureté 7,5 à 8, densité 2,732 à 2,678. . *Émeraude*.

IV.

Silicates alumino-alkalins avec leurs isomorphes.

FELDSPATHS (WALLERIUS).

Feldspaths. — Les feldspaths sont des minéraux formés d'un silicate d'alumine combiné à un silicate de potasse, de soude, de lithine ou de chaux ; ce sont des silicates doubles, dans lesquels le rapport de l'oxygène de la base monoxyde à l'oxygène de la base sesquioxyde (alumine) est invariablement 1/3.

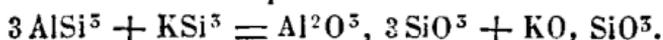
La silice constitue seule, par ses variations, les différentes coupes que l'on établit dans les feldspaths. Sous le rapport de la composition, ils présentent quatre groupes caractérisés par les rapports : 1° 1 : 3 : 12 — 2° 1 : 3 : 9 — 3° 1 : 3 : 6 — 4° 1 : 3 : 4.

Base monoxyde.		Base sesquioxyde.			
Potasse, soude, chaux, lithine.		Alumine.		Silice.	
1	:	3	:	12	{ Orthose. Albite. Pétalite.
1	:	3	:	9	
1	:	3	:	6	
1	:	3	:	4	Labradorite. Anorthite.

D'après leurs bases, les feldspaths se divisent naturellement en quatre groupes :

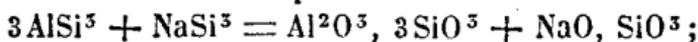
1^{er} Groupe. — *Feldspaths potassiques.*

1^{re} Espèce : Orthose :

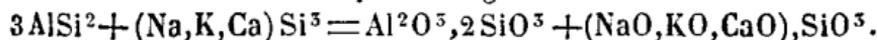


2^e Groupe. — *Feldspaths sodiques.*

2^e Espèce : Albite :

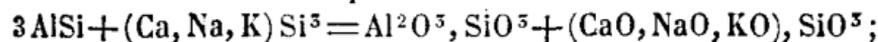


3^e Espèce : Oligoclase :

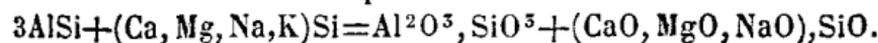


3^e Groupe. — *Feldspaths calciques.*

4^e Espèce : Labradorite :

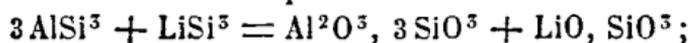


5^e Espèce : Anorthite :

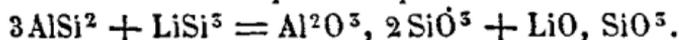


4^e Groupe. — *Feldspaths lithiniques.*

6^e Espèce : Pétalite :



7^e Espèce : Triphane.



Sous le rapport cristallographique, les feldspaths forment deux groupes distincts, savoir :

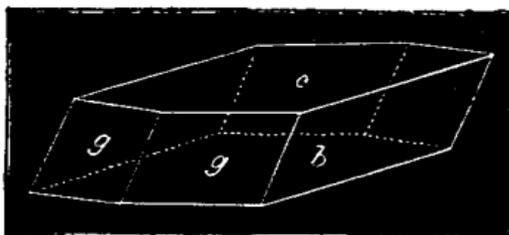
1^o Les feldspaths orthoses à base symétrique, ou simplement oblique, cristallisant dans le cinquième système cristallin ou du prisme clino-rhombique ; exemple : orthose, ryacolithe ou feldspath vitreux, triphane.

2° Les feldspaths anorthoses à base non symétrique ou doublement oblique, cristallisant dans le sixième système ou du prisme clino-édrique; exemples : albite, oligoclase, labradorite, anorthite.

Tous les feldspaths ne jouent pas un rôle égal dans la composition des roches; le plus important est l'orthose; l'albite n'occupe qu'une place secondaire: la pétalite et la triphane sont très-rares; mais l'oligoclase et la labradorite entrent dans la composition d'un grand nombre de roches; ils sont plus répandus que l'albite, mais, cependant, moins que l'orthose.

CARACTÈRES DIFFÉRENTIELS DES FELDSPATHS. — L'orthose cristallise en prisme rhomboïdal oblique et les autres feldspaths en prismes obliques dissymétriques, excepté les feldspaths lithiniques. Cependant il est difficile de distinguer les différentes espèces feldspathiques, par leur cristallisation, les angles des cristaux étant presque les mêmes. Il faudrait avoir recours à des mesures très-précises; mais leurs clivages, quoique présentant des analogies, offrent quelques caractères différentiels.

Fig. 133.

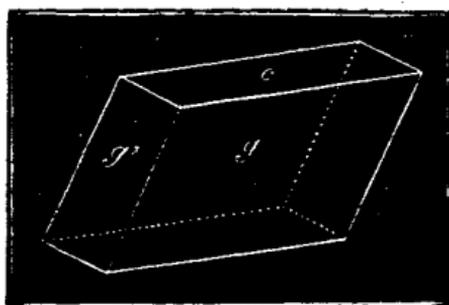


L'orthose offre trois clivages, deux très-faciles suivant *c* et *b*; un troisième prononcé, mais esquilleux et difficile, parallèlement à la face *g* (fig. 133).

L'albite possède aussi trois clivages; un très-net

et parallèle à c (fig. 134), le deuxième facile, moins que dans l'orthose et suivant g' ; le troisième, peu marqué, suivant g et même des traces d'un quatrième clivage.

Fig. 134.



L'oligoclase présente un seul clivage facile, très-net, suivant c , avec des stries caractéristiques ; les clivages suivant g' et g sont difficiles.

La labradorite a un seul clivage facile suivant c ; l'anorthite offre le même clivage, avec un clivage imparfait suivant g' .

En outre, l'orthose, qui a une densité de 2,530, est insoluble dans les acides, comme l'albite, dont la densité varie de 2,61 à 2,63.

L'oligoclase est aussi insoluble dans les acides et possède une densité de 2,64 à 2,74.

La labradorite et l'anorthite sont solubles dans les acides.

La labradorite a pour densité 2,71, et l'anorthite 2,76.

La pétalite et la triphane colorent la flamme du chalumeau en pourpre ; la densité de la première = 2,44 ; celle de la triphane = 3,17.

On pourrait utiliser les feldspaths comme engrais dans les terres pauvres-en alcalis ; par l'action de l'air, de l'humidité et du temps, ils se décomposent lentement et donnent au sol des principes alcalins,

potassiques, sodiques ou calciques, utiles à certaines plantes. Les engrais potassiques sont recommandés dans beaucoup de cultures, notamment dans celles des plantes fourragères et industrielles, trèfle, betteraves, etc. Il a été reconnu, par une expérience de plusieurs années, qu'un mélange de phosphate de chaux et de sels de potasse augmente la proportion de sucre dans la betterave et de la matière amylacée dans les pommes de terre, et que les engrais potassiques sont un remède contre les maladies dont ces végétaux sont atteints.

Cependant, des cultures entreprises sur le sol de Grignon, pendant l'année très-pluvieuse de 1866, M. Déhéraïn a tiré les conclusions suivantes :

1° Des engrais riches en potasse employés isolément, même sur un sol très-pauvre en alcalis, peuvent n'exercer aucune action favorable sur la culture de la betterave et des pommes de terre ; 2° associés au phospho-guano, les engrais de potasse deviennent souvent plus efficaces ; 3° les engrais ne présentant qu'un petit nombre de substances minérales, comme le sulfate de potasse concentré, ont une action beaucoup moins favorable que les engrais très-complexes, ce qui semblerait indiquer que l'azote, l'acide phosphorique, la potasse et la chaux ne sont pas les seuls principes utiles des engrais.

M. Déhéraïn a encore conclu de ses recherches, que, sur le domaine de Grignon, et pendant l'année très-pluvieuse de 1866 : 1° les engrais de potasse n'ont eu aucune influence utile sur la production du sucre ; 2° qu'ils n'ont eu aucune influence sur la teneur en fécule des pommes de terre ; 3° qu'il est douteux que les amendements alcalins préservent les pommes de terre de la maladie, car si, d'une part, on a trouvé plus d'alcalis dans les cendres des pommes de terre saines que dans celles des pommes de

terre malades, la proportion de tubercules gâtés a été un peu plus grande dans les carrés qui ont reçu les engrais de potasse que dans ceux qui en ont été privés.

Dans les terres végétales qui proviennent de la décomposition des granites, les principes calcaires ont pour origine la décomposition des feldspaths sodo-calciques.

A. FELDSPATHS POTASSIQUES.

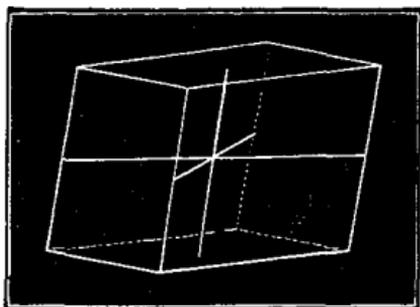
1^{re} *Espèce* : *Orthose* (H.). *Spath fusible*. *Adulaire*. *Orthoclase*. *Feldspath* (H. et W.). *Variétés* : *Murchisonite*. *Pierre de lune*, *feldspath vitreux*. *ryacolithe* : $3 \text{AlSi}^5 + (\text{K Na}) \text{Si}^5$. *Valencianite*, *microcline*, *Loxoclase*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'orthose se présente en cristaux ou en masses lamelleuses, souvent elle a une structure grenue ou compacte, en général lithoïde ; elle offre tous les degrés de transparence, depuis la plus parfaite jusqu'à l'opacité la plus grande ; les variétés transparentes sont ordinairement un peu blanchâtres ; à cause des deux clivages très-faciles, les cristaux sont toujours un peu fendillés et traversés de glaces ; il y en a de vitreux et de transparents, arrondis extérieurement (feldspath vitreux ou ryacolithe des roches volcaniques). Les couleurs de l'orthose sont peu prononcées, c'est en général le blanc de lait, le blanc-gris, le rougeâtre, l'incarnat, le rose et le vert.

Le feldspath-vert, ou pierre des Amazones, a été employé comme objet d'ornement. La dureté de l'orthose = 6 ; elle a été prise pour type, raie le verre ; sa cassure est lamelleuse, en travers elle est parfois conchoïdale, et même unie, sa densité est comprise entre 2,39 à 2,569.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES ET MORPHOLOGIQUES. — L'orthose cristallise dans le système clinorhombique ou unoblique; la forme primitive est un

Fig 135.



prisme rhomboïdal oblique (fig. 135) dont les angles sont d'environ 120° et 60° , et dont la base est inclinée sur les pans, d'environ 112° et 68° . La forme primitive est rare, on la trouve au Saint-Gothard; on pourrait parfois la confondre avec un rhomboèdre, si on ne faisait pas attention à la disposition des stries: celles de la base sont parallèles à la diagonale horizontale, et celles des faces latérales aux arêtes de la base.

Dans le granite, l'orthose se présente souvent avec la forme très-allongée, dans laquelle le prisme rectangulaire oblique domine. L'orthose est souvent en cristaux hémitropes; l'association des cristaux a lieu dans quatre directions différentes; les cristaux allongés, signalés dans le granite, donnent lieu à plusieurs hémitropies.

Ces hémitropies ont lieu :

- 1° Parallèlement à la base du prisme unoblique;
- 2° Parallèlement à une facette latérale produite sur une face latérale;
- 3° L'un des cristaux élémentaires restant fixe, l'autre tourne autour de l'arête latérale, suivant laquelle se coupent les deux faces latérales;

4° Parallèlement au plan diagonal du prisme.

L'éclat de l'orthose est assez vif sur les cristaux transparents ; les faces basiques sont moins brillantes que les faces latérales ; on trouve des variétés chatoyantes présentant le phénomène de l'astérisme.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'orthose ne donne pas d'eau par calcination : au chalumeau, il devient blanc-vitreux et fond difficilement sur les bords en un verre bulleux, demi-transparent ; avec le borax, ce minéral se dissout très-lentement et sans effervescence en un verre diaphane.

Pour reconnaître l'orthose par essai chimique, on traite le feldspath dans un creuset de platine, par un mélange de carbonate et d'azotate barytiques ; puis on délaye la masse sèche avec quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, on évapore à siccité. On ajoute de l'eau, la liqueur claire renferme de l'alun potassique dans le cas de l'orthose, ce que l'on reconnaît avec le chlorure platinique dissout dans l'alcool.

L'orthose adulaire du Saint-Gothard présente la composition suivante.

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	64,20	33,35	12
Alumine	18,40	8,59	3
Potasse.	16,95	2,87	1

formule : $3 \text{AlSi}^3 + \text{KSi}^3 = \text{Al}^2\text{O}^3, 3 \text{SiO}^2 + \text{KO}, \text{SiO}^2.$

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'orthose est un minéral très-répandu ; il fait partie de la plupart des granites, leptynites, pegmatites, syénites, porphyres, trachytes, etc. ; mais, dans ces roches, il s'y trouve à l'état compacte, granuleux ou lamelleux ; les beaux cristaux d'orthose se trouvent principalement au Saint-Gothard, à Arendal, Baveno (lac Majeur), en Bretagne, dans les trachytes du Mont-Dore, les gra-

nites d'Autun, de Beaujeu, de la Lozère, des Pyrénées, etc.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le feldspath compacte et les roches feldspathiques grossières servent comme pierre à bâtir ou de pavage, celles dont la pâte est fine servent à la décoration et à l'ornementation.

L'orthose des pegmatites sert à la confection de la couverte des porcelaines, enfin, lorsque le feldspath est transparent et cristallin, on le taille pour en faire des pierres employées dans la bijouterie ou des objets de luxe et de fantaisie. La pierre de lune, pierre de soleil, des amazones sont des variétés de feldspath, aventuriné ou chatoyant d'un bel effet, lorsqu'elles sont taillées et polies. On a proposé le feldspath comme engrais.

B. FELDSPATHS SODIQUES.

2^e *Espèce* : *Albite* (G. Rose.). *Cleavelandite* (Bro. et Lév.). *Schorl blanc* (Romé.). *Péricline* (B.). *Carnalite*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'albite est d'une couleur plus claire que l'orthose ; elle est généralement blanche, soit le blanc de lait, le blanc hyalin ou le blanc nuancé de gris ; quelquefois elle est verdâtre, jaunâtre, rougeâtre ou rosée. Son éclat est lithoïde, quelquefois vitreux, un peu nacré, mais plus vif que celui de l'orthose ; elle peut offrir tous les degrés de transparence ; comme tous les feldspaths anorthoses, elle jouit de la double réfraction positive, à deux axes optiques. Sa cassure est lamelleuse, quelquefois conchoïdale et grenue dans les variétés imparfaitement cristallisées. Sa dureté est

la même que celle de l'orthose = 6 ; sa densité = 2,61 à 2,66 et s'abaisse jusqu'à 2,55.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'albite cristallise dans le système clino-édrique (6^e système), la forme primitive est le prisme oblique non symétrique dont les angles seraient M sur T = 122° ; P sur M = 115° ; P sur T = 111°. Les angles de l'albite ne diffèrent de ceux qui leur correspondent dans l'orthose que d'un très-petit nombre de degrés (de 1° jusqu'à 3°).

L'albite présente deux clivages principaux (fig. 134), dont l'un parallèle à la base *c* est facile ; le second, qui se fait suivant *g'*, l'est moins : ces deux clivages forment entre eux un angle légèrement obtus de 93' 30'.

Les cristaux d'albite sont plus petits et plus plats que ceux de l'orthose ; les cristaux simples sont rares : ils sont très-souvent hémitropes et disposés comme ceux du feldspath potassique. Ce minéral se présente en cristaux maclés, en masses composées d'un grand nombre de cristaux réunis ou en masses lamelleuses ; ces dernières, à la cassure, présentent souvent une disposition barbelée et fibreuse ou des stries visibles à la loupe.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'albite ne donne pas d'eau par calcination ; elle est inattaquable par les acides ; elle fond difficilement au chalumeau, en colorant la flamme en jaune, en un verre bulleux, demi-transparent ; avec le borax, elle se dissout très-lentement et sans effervescence en un verre diaphane.

L'albite du Dauphiné analysée par Brédif, a donné :

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	67,99	35,12	12
Alumine	19,61	9,15	3
Soude	11,12	2,84	1
Chaux	0,66	0,18	

Formule : $3 \text{AlSi}^3 + \text{NaSi}^3 = \text{Al}^2\text{O}^3, 3 \text{SiO}^3 + \text{NO}, \text{SiO}^3.$

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'albite se trouve en petits filons ou disséminée en cristaux dans les granites, les pegmatites et les protogynes des Alpes. Mais elle ne forme jamais en totalité le feldspath des roches granitiques, qui contiennent toujours une plus forte proportion d'orthose ou d'oligoclase que d'albite. Le feldspath sodique se trouve aussi dans les granites de la Bretagne, du centre de la France, de Salzbourg, de Kerabinsk, en Sibérie.

L'albite est le feldspath dominant des diorites et des porphyres dioritiques ; on trouve des cristaux d'albite dans les montagnes de l'Oisans, au Saint-Gothard, au col de Bonhomme, à Arendal, à Barèges (Pyrénées).

3^e Espèce : *Oligoclase (Breithaupt).* *Spodumène à soude (Berz).* *Andésine (Abich).*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance d'une transparence laiteuse, d'un blanc mat, gris clair, gris laiteux, gris verdâtre avec une teinte jaunâtre ; ordinairement translucide, rarement demi-transparente. Son éclat sur les faces du clivage est vitreux, passant à l'éclat perlé ; sur les cassures inégales, l'éclat est gras, avec des stries formées par des lignes fines causées par les hémitropies ; raie le verre, est rayée par le quartz, sa dureté = 6 ; sa densité varie de 2,64 à 2,66.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'oligoclase cristallise dans le système clino-édrique ou du

prisme bi-oblique : les cristaux sont analogues à ceux de l'albite ; il présente deux clivages, dont un très-marqué correspond à la base P ; le second, parallèle au plan diagonal, est simplement indiqué, par suite de cette disposition, la cassure est ordinairement esquilleuse dans ce sens ; il n'existe pas de 3^e clivage correspondant aux faces M de l'orthose, la cassure est inégale et vitreuse dans ce sens.

Les cristaux d'oligoclase sont rares ; mais les masses lamelleuses sont assez abondantes ; elles se distinguent de l'orthose par les stries qu'elles présentent comme l'albite.

On rencontre quelquefois l'oligoclase parfaitement cristallisé avec des formes analogues à celles de l'orthose, mais qui en diffèrent par leur dissymétrie.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'oligoclase est plus fusible que l'orthose et l'albite ; il fond au chalumeau en un émail blanc ; il est presque inattaquable par les acides ; les variétés riches en chaux subissent un commencement de décomposition ; l'oligoclase contient moins de silice (environ 60 p. 0/0) que l'albite (de 68 à 72 p. 0/0) : ce n'est que par un essai chimique que l'on peut réellement bien distinguer ces deux espèces.

Voici une analyse de Berzélius :

		Oxygène.	Rapports.
Silice	63,70	31,72	9
Alumine	23,95	9,46	3
Oxyde ferrique . . .	0,50	1,26	
Chaux	2,05	0,60	1
Magnésie	0,65	0,41	
Soude	8,65	1,93	
Potasse	1,20	0,66	

Formule : $3\text{AlSi}^2 + \text{NaSiO}^5 = \text{Al}^2\text{O}^5, 2\text{SiO}^5 + \text{NaO}, \text{SiO}^5$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'oligoclase joue un

rôle géologique plus important que l'albite ; il entre comme minéral constituant dans les granites de la Suède, de la Norvège, de la Finlande, de la Bretagne, du centre de la France, du Lyonnais, (oligoclase de Francheville), des syénites (Vosges).

L'oligoclase joue aussi un rôle considérable dans les porphyres et les trachytes de la chaîne des Andes, ainsi que dans les trachytes de Ténériffe.

C. FELDSPATHS CALCIQUES.

4^e Espèce : *Labradorite* (Beud.). *Labrador* (Rose.).
Vosgite (Delesse.). *Feldspath opalin*. *Ryacolithe* (G. Rose.).

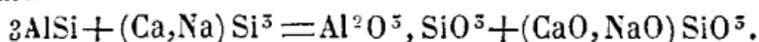
CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le labrador se présente généralement en masses lamelleuses à demi-translucides, d'un aspect chatoyant, avec des stries ; les cristaux sont rares, ils sont petits, nacrés d'un blanc-gris ou d'un blanc-verdâtre, ils présentent dans la cassure un éclat assez vif, avec un chatolement caractéristique. Sa densité = 2,71 ; sa dureté = 6.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Ce minéral cristallise dans le 6^e système ; il présente trois clivages, mais un seul très-facile parallèle à la base P, du prisme clino-édrique.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le labrador est plus facilement fusible au chalumeau que l'oligoclase ; réduit en poudre, il est attaqué par l'acide chlorhydrique concentré ; il laisse déposer de la silice en gelée.

		Oxygène.	Rapports.
Silice	55,75	27,4	6
Alumine.	26,50	13,0	3
Chaux.	11,00	2,25	} 1
Seude.	4,00	1,39	
Oxyde ferreux . . .	1,25	.	.

Formule :



CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le labrador est le feldspath constituant d'un certain nombre de roches porphyriques, telles sont : les porphyres orbiculaires de la Corse, certaines diorites, les labradophyres (Coquand), les mélaphyres.

Il entre aussi dans la constitution des roches volcaniques associées au pyroxène : basaltes, laves (Auvergne), Etna, (Val-del-Bove), îles Feroë. En général, le labrador entre dans la composition des roches cristallines qui ne renferment pas de quartz libre.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le feldspath labrador à reflets nacrés, de l'île Saint-Paul, près des côtes du Labrador, est employé pour fabriquer des objets d'ornement ou de luxe.

5^e Espèce : *Anorthite* (Rose.). *Biotine*. *Christianite* (Monticelli.).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'anorthite se présente en cristaux très-petits, complets (avec une tendance à des formes sphéroïdales), limpides, d'un éclat vitreux, analogue à celui du quartz ; quelquefois, ils sont sans transparence, brillent d'un éclat perlé et ont de la ressemblance avec les cristaux d'albite ; leur dureté = 6, leur densité = 2,76.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La forme primitive des cristaux d'anorthite est le prisme clinodrique, dans lequel P sur M = 85°, 48' ; P sur T = 110°, 57' ; et M sur T = 117°, 28' ; un clivage très-net a lieu parallèlement à la base *c*, avec un clivage imparfait suivant *g'* (fig. 134).

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Au chalumeau, l'anorthite fond avec difficulté en émail blanc ; elle est soluble par digestion dans l'acide chlorhydrique sans produire de gelée.

			Oxygène.	Rapports.
Silice	44,49		22,74	4
Alumine.	34,46	16,57	16,74	3
Oxyde ferrique . . .	0,74	0,17		
Chaux.	15,68	5,13	5,31	1
Magnésie	5,26	0,21		

Formule : $3\text{AlSi} + \text{CaSi} = \text{Al}^2\text{O}^3, \text{Si}^3\text{O} + \text{CaO}, \text{SiO}^3.$

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'anorthite se trouve en cristaux dans les dolomies de la Somma, ainsi que dans les roches pyroxéniques adhérentes à la même dolomie. On l'a signalée dans les lacs d'Islande, dans le pyrite magnétique d'Ovrijarvofi, en Finlande, etc.

D. FELDSPATHS LITHINIQUES.

6^e Espèce : Pétalite (Haüy). Kastor (Breithaupt.).

CARACTÈRES. — Substance vitreuse blanche, rosâtre ou verdâtre ; densité = 2,44 à 2,5 ; dureté un peu supérieure à celle de l'orthose. Au chalumeau, fond aisément sur les bords en un verre trouble et bulleux, et colore la flamme en un rouge pourpre, surtout si on ajoute un mélange de fluorine et de bisulfate potassique, insoluble dans les acides, se présente en masses laminaires ou en agrégats, qui offrent trois clivages, dont deux seulement sont faciles.

Formule : $3\text{AlSi}^5 + \text{LiSi}^5 = \text{Al}^2\text{O}^3, 3\text{SiO}^3 + \text{LiO}, \text{SiO}^3.$

7^e Espèce : Triphane. Spodumène (d'Andrada).

CARACTÈRES. — Substance en masses lamellaires ou en prismes plus ou moins allongés ; irréguliers, non

terminés, brillants et translucides. Sa couleur est le blanc ou le gris-verdâtre, quelquefois le vert-pomme ou le vert d'herbe, avec un éclat légèrement perlé. Dureté = 7 ; densité = 3,17 à 3,2.

Au chalumeau, se boursouffle, colore faiblement la flamme en rouge et fond en un verre incolore ; insoluble dans les acides.

Cristallise dans le système clino-rhombique ; les cristaux de triphane, d'ailleurs très-rares, sont semblables à ceux du pyroxène diopside ; ils présentent trois clivages, dont un, plus facile que les deux autres, a lieu suivant le plan diagonal :

Formule : $3\text{AlSi}^2 + \text{LiSi}^3 - \text{Al}^2\text{O}^3, 2\text{SiO}^5 + \text{LiO}, \text{SiO}^5$.

PÉTROSILEX OU FELDSPATHS COMPACTES.

Les pétrosilex, ou feldspaths compactes ne sont jamais cristallisés ; leur dureté est inférieure à celle du quartz ; ils ont un éclat gras et des colorations variables ; leur cassure est esquilleuse ; elle est souvent unie et conchoïdale, les bords tranchants, parfois un peu translucides. Inattaquables aux acides et fusibles au chalumeau en émail blanc légèrement boursoufflé par 1 ou 2 p. 0/0 d'eau qu'ils renferment.

Les pétrosilex renferment :

Silice	de 70 à 80
Alumine.	de 18 à 21
Alcalis.	de 11 à 26

Ils se trouvent dans des gisements analogues à ceux des feldspaths et en contiennent parfois des cristaux : il y a des pétrosilex albitiques, orthosiques et oligoclasiques ; ils se rencontrent dans les porphyres, ou se montrent en noyaux, en masse ou en filons.

Rétinites. — Les rétinites sont des roches feldspathiques contenant de l'eau, très-fragiles et moins

dures que les pétrosilex ; inattaquables par les acides et attaquées partiellement par les alcalis ; fusibles au chalumeau avec boursoufflement, ils blanchissent en général ; contiennent de 4 à 8, quelquefois 10 pour 100 d'eau. Leur cassure est inégale, avec l'éclat résineux très-prononcé, leur surface luisante ; plus translucides et plus colorés que le pétrosilex.

Feldspath-engrais. — M. Gindre emploie le feldspath du terrain granitique du Labourd, disséminé en veines dans le gneiss, pour fabriquer un produit qu'il désigne sous le nom de feldspath-engrais. Le traitement du feldspath se fait à Itsatsou, il consiste en une espèce de cémentation du feldspath par la chaux, s'arrêtant au point où commencerait une perte de potasse. Sous l'influence des agents atmosphériques, de l'humidité, de l'acide carbonique et des matières organiques, il y a décomposition du silicate et formation d'azotate et de carbonate potassique. Le feldspath-engrais est employé en poussière, son action se continue durant 7 à 8 ans : chaque grain de feldspath se kaolinise peu à peu, en donnant naissance à de l'argile, à des sels solubles de potasse et à de la silice gélatineuse. La quantité à employer est de 3,500 à 4,000 kilogrammes par hectare, quantité basée sur la somme moyenne de potasse soustraite annuellement au sol.

Le feldspath-engrais peut-être employé seul, mélangé intimement avec la terre végétale, surtout pour la vigne ; mais c'est surtout mélangé avec les fumiers de ferme, ou avec tout autre engrais organique, que son application convient aux cultures herbacées et annuelles.

Kastor et Pollux. — Breithaupt a donné le nom de Kastor ou Castor à une variété vitreuse de pétalite, qui se montre dans les fissures d'un granite de l'île d'Elbe. Cette variété se trouve toujours en compa-

gnie d'une autre variété feldspathique, sans lithine, à laquelle il a donné le nom de Pollux.

Tableau résumé des espèces du groupe des feldspaths.

1	{	a. Substance colorant la flamme du chalumeau en pourpre	2
		b. Substance ne colorant pas la flamme du chalumeau en pourpre	3
2	{	a. Substance compacte, lamelleuse ou cristalline (5 ^e système), 3 clivages, un facile, densité = 3,17; dureté = 7; donne au chalumeau un verre incolore	<i>Triphane.</i>
		b. Substance compacte ou lamelleuse, 2 clivages sous l'angle de 106°; densité = 2,44, au chalumeau, verre trouble et bulleux	<i>Pétalite.</i>
3	{	a. Substance soluble dans les acides (6 ^e système); base inclinée à droite	4
		b. Substance insoluble dans les acides	5
4	{	a. Substance soluble en gelée dans les acides; cristaux à un seul clivage très-net; densité = 2,71	<i>Labradorite.</i>
		b. Substance soluble sans gelée dans les acides; deux clivages, un seul facile, un second imparfait; densité = 2,76.	<i>Anorthite.</i>
5	{	a. Substance cristallisant dans le système clinorhombique; 3 clivages, dont deux faciles perpendiculaires entre eux; densité = 2,53	<i>Orthose.</i>
		b. Substance cristallisant dans le système clinorhombique, base inclinée à gauche	6
6	{	a. Trois clivages, dont un facile; le 2 ^e moins que dans l'orthose; le 3 ^e peu marqué; densité : 2,61 à 2,63; éclat un peu nacré; au chalumeau, verre bulleux et demi-transparent	<i>Albite.</i>
		b. Un seul clivage facile; densité = 2,67, éclat gras, au chalumeau, fond en un émail blanc	<i>Oligoclase.</i>

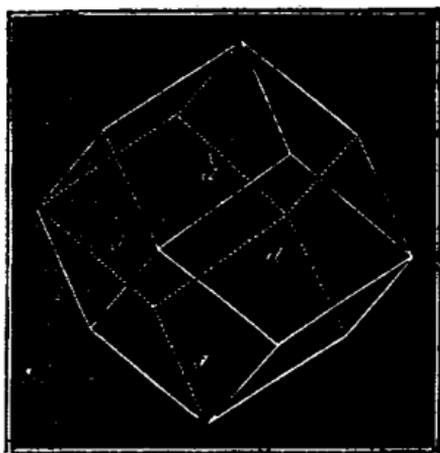
8^e *Espèce* : *Amphigène* (H.). *Leucite* (W.).
Grenat blanc (Ferber). *Leucolithe*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance blanche ou grise, tirant quelquefois sur le jaunâtre; cristaux à éclat très-vitreux, cassure conchoïdale, ondulée,

densité = 2,48 à 2,5 ; dureté = 6 ; transparente ou translucide, le plus souvent opaque.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'amphigène cristallise dans le système cubique ; sa forme habituelle est le trapézoèdre ou leucitoèdre (24 faces),

Fig. 136.



ou le dodécaèdre rhomboïdal. On rencontre quel-

Fig. 137.

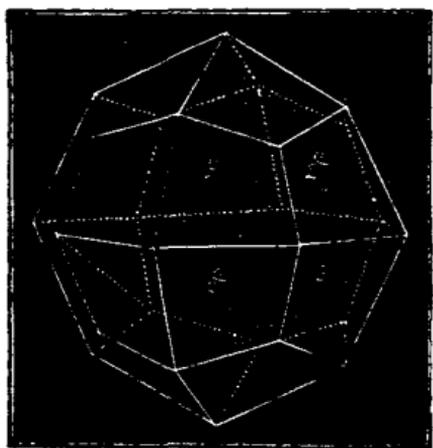
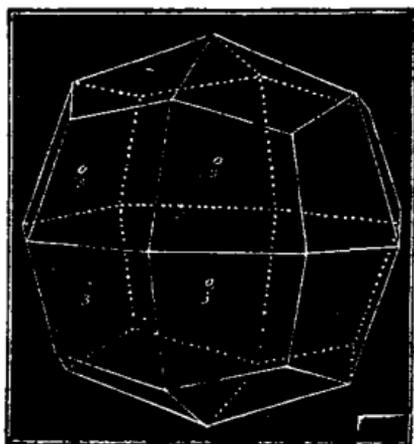


Fig. 138.



quefois des clivages peu apparents parallèles aux faces du dodécaèdre rhomboïdal ; les fig. 136, 137,

138 représentent les formes habituelles de cette espèce.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Ce minéral est infusible au chalumeau ; ne donne pas de l'eau par calcination (ces deux caractères le distinguent du grenat et de l'analcime) ; soluble par digestion dans les acides ; ne précipite pas par l'oxalate ammonique ; mais la solution traitée par le carbonate ammonique et filtrée, donne après évaporation et calcination une matière alcaline, qui précipite par le chlorure platinique. L'amphigène de la Somma a donné à l'analyse :

		Oxygène.	Rapports.
Silice	56,10	29,14	8
Alumine	23,10	10,79	3
Potasse	21,15	3,58	1

Formule : $3\text{AlSi}^2 + \text{KSi}^2 = \text{Al}^2\text{O}^3, 2\text{SiO}^5 + \text{KO}, \text{SiO}^2$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'amphigène appartient aux terrains volcaniques ; dans certaines laves, elle joue le rôle de feldspath : elle entre dans les laves de la Somma, d'Albano, de Frascati, près de Rome, dans les roches basaltiques des bords du Rhin.

9^e Espèce : *Sodalite (Giesecke). Canerinite.*

CARACTÈRES. — Substance vitreuse, incolore, vert d'herbe ou bleu d'azur ; densité = 2,29 ; dureté = 5,5 ; fusible au chalumeau en verre incolore, soluble en gelée dans les acides ; forme dodécaèdre rhomboïdal ; se trouve au Vésuve, en Sicile, dans l'Oural, Norwége, Etats-Unis.

Formule : $3\overset{\cdot\cdot\cdot}{\text{Al}}\overset{\cdot\cdot\cdot}{\text{Si}} + \text{Na}^5\overset{\cdot\cdot\cdot}{\text{Si}} + \text{NaCl}^2$ ou $\text{Al}^2\text{O}^3, \text{SiO}^5 + 3(\text{NaO}, \text{SiO}) + \text{NaCl}^2$.

10^e Espèce : *Néphéline (Haüy)*.

CARACTÈRES. — Substance vitreuse, incolore, verte, bleue, rouge ou brune ; cassure vitreuse et conchoïdale ; transparente ou fortement translucide, le plus souvent trouble ou nébuleuse, densité = 2,6 ; dureté = 6 ; fusible difficilement en un verre bulleux ; décomposée par l'acide chlorhydrique avec dépôt de silice gélatineuse ; appartient aux roches d'origine ignée, principalement aux déjections volcaniques.

Formule : $3\text{AlSi} + (\text{Na}, \text{K}) \text{Si} = \text{Al}^2\text{O}^5, \text{SiO}^5 + (\text{NaO}, \text{KO}), \text{SiO}$.

11^e Espèce : *Dipyre (H.)*.

CARACTÈRES. — Substance cristallisée, transparente ou d'un blanc mat, dure, raie le verre, fragile, à cassure vitreuse ; densité = 2,64 ; fond au chalumeau en un verre blanc et bulleux ; difficilement attaquant par les acides ; cristallise dans le système quadratique.

Formule : $9\text{AlSi} + 2\text{CaSi}^5 + 2\text{NaSi}^5 = 3\text{Al}^2\text{O}^5, 5\text{SiO}^5 + \text{CaO}, \text{SiO}^5 + \text{NaO}, \text{SiO}^5$.

Se trouve aux Pyrénées (à Libarens, Mauléon, Lès, Pouzac, Angoumer, etc.).

12^e Espèce : *Couzeranite (J. de Charpentier)*.

CARACTÈRES. — Substance cristallisée, blanche, grise ou noire et quelquefois bleuâtre ; raie le verre et non le quartz ; densité = 2,69 ; fusible au chalumeau en un verre blanc bulleux ; inattaquant par les acides ; prisme octogonal symétrique.

Formule : $6\text{AlSi} + 2(\text{Ca}, \text{Mg})\text{Si}^5 + (\text{K}, \text{Na})\text{Si}^2 = 2\text{Al}^2\text{O}^5, 4\text{SiO}^5 + 2(\text{CaO}, \text{MgO}), \text{SiO} + (\text{KO}, \text{NaO}), \text{SiO}$.

V.

Silicates alumineux hydratés avec alcalis, chaux et ses isomorphes.

ZÉOLITHES.

Substances pierreuses qui fondent en se gonflant et bouillonnant, et font la plupart gelée avec les acides.

1^{re} *Espèce* : *Apophyllite*. *Zéolithe d'Hellesta*.
Tesselite.

CARACTÈRES. — Substance blanche, blanc-grisâtre, bleuâtre ou rougeâtre, transparente ou translucide ou opaque, cristaux du système quadratique ; dureté = 4,5 ; densité = 2,3 ; au chalumeau, perd sa transparence, s'exfolie et se fond en se boursoufflant en un verre bulleux et incolore ; donne de l'eau par calcination dans le tube ; soluble en gelée dans les acides ; solution précipitant par l'oxalate ammonique.

Formule : $8\text{CaSi}^3 + \text{KSi}^6 + 16\text{Aq} = 8(\text{CaO}, \text{SiO}^5) + \text{KO}, 2\text{SiO}^5 + 16\text{HO}$.

2^e *Espèce* : *Mésotype* (H.). *Zéolithe rayonnée* (W.).
Natrolite (H.).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance ordinairement blanche, quelquefois d'un jaune isabelle ou rouge ; cristaux transparents jouissant de la double réfraction à deux axes ; leur éclat est vitreux, leur cassure conchoïdale et inégale ; dureté = 5,5, raie le calcaire, densité = 2,2.

Les cristaux de la mésotype sont quelquefois groupés ; le plus ordinairement, ils forment des

masses divergentes ; ce minéral affecte des formes rayonnées, radiées et fibreuses.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La mésotype cristallise dans le système ortho-rhombique ; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $91^{\circ} 20'$ dans lequel le rapport d'un des côtés de la

Fig. 139.

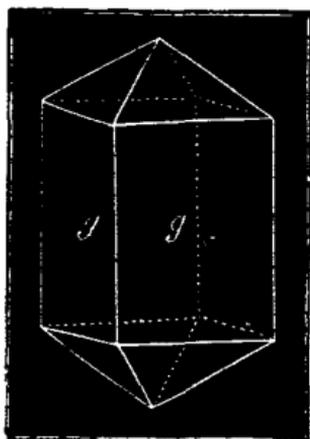
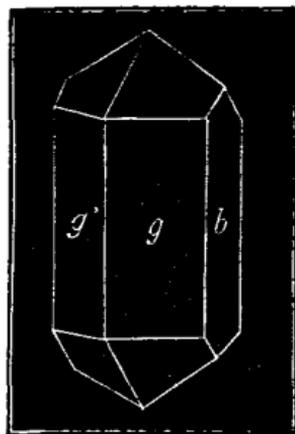


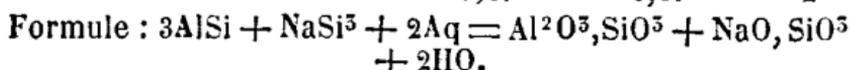
Fig. 140.



base est à la hauteur dans le rapport $\frac{1}{2}$; la forme la plus habituelle est le prisme surmonté d'un pointement à quatre facettes ; il existe des clivages difficiles parallèlement aux faces latérales du prisme ortho-rhombique (fig. 139 et 140).

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La mésotype donne de l'eau par calcination ; elle est soluble en gelée dans les acides (acide azotique), et fusible au chalumeau avec bouillonnement, en un émail spongieux ; elle est composée de :

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	48,17	25,45	6
Alumine.. . . .	26,51	12,61	3
Soude.. . . .	16,20	4,35	1
Eau.. . . .	9,17	8,17	2



Scolézite. — C'est une sous-espèce de mésotype à base de chaux $3 \text{ AlSi} + \text{CaSi}^3 + 3 \text{ Aq}$, qui se présente en masses blanches, aciculaires, radiées ou capillaires, d'un éclat vitreux, rayant la fluorine, difficilement fusibles en verre bulleux, densité = 2,21 à 2,27, s'électrise par la chaleur, donne de l'eau par calcination ; soluble en gelée dans les acides, solution précipitant par l'oxalate ammonique.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La mésotype se rencontre en noyaux, en géodes, en aiguilles ou en prismes groupés et rayonnants dans les cavités des roches basaltiques.

Les terrains volcaniques sont les gisements ordinaires de ce minéral ; on le trouve en Auvergne, dans les basaltes et les tufs basaltiques, en Irlande, en Islande, dans les Hébrides et Feroë, en Norwège, Groënland, Bohême et dans la vallée de Fassa, au Tyrol.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — La variété de mésotype dite natrolite, est susceptible d'un beau poli ; on la taille, en Islande, sous forme de plaques pour en fabriquer des objets d'ornement et de luxe.

3^e Espèce : *Stilbite* (H.). *Zéolithe nacrée, feuilletée* (W.). *Desmine* (Breith).

Variétés de forme : 1^o sphérostilbite, en globules d'un éclat nacré, striés du centre à la circonférence ; 2^o hypostilbite, en globules d'un aspect mat.

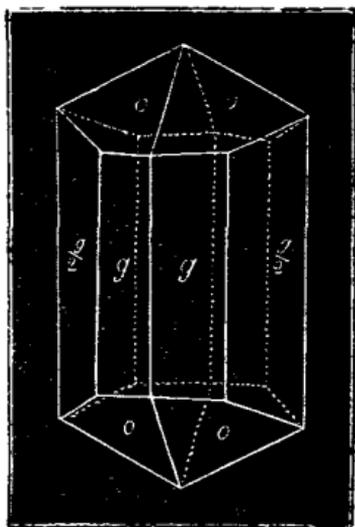
CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance d'une couleur habituellement d'un blanc laiteux, quelquefois sale et jaunâtre, parfois brune et même rouge ; vitreuse, demi-transparente ou translucide, éclat nacré sur

les faces du clivage le plus facile, vitreux sur toutes les autres.

Elle se trouve à l'état cristallisé, en lamelles régulières et en masses globiformes ou mamelonnées à structure radiée, d'un éclat nacré ou un peu vitreux dans les cassures transversales. Dureté = 3,5, raie le calcaire, rayée par l'apatite ; densité = 2,16.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La stilbite cristallise dans le système ortho-rhombique ; sa forme primitive est un prisme ortho-rhombique de

Fig. 141.

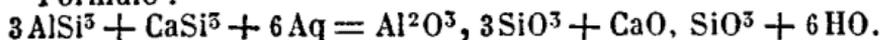


$94^{\circ} 41'$ dans lequel le rapport d'un côté de la base à la hauteur = $\frac{100}{111}$. Mais cette forme primitive est rare ; les formes ordinaires des cristaux sont des prismes à six faces, très-aplatis, surmontés d'un pointement à quatre facettes placé sur les arêtes (fig. 141). Il existe un clivage net et facile parallèlement à l'une des faces latérales du prisme. Les cristaux en lamelles forment des tables minces, des masses mamelonnées, à structure fibreuse, radiée.

CARACTÈRES CHIMIQUES. La stilbite donne de l'eau, lorsqu'on la chauffe dans le tube fermé ; sur un charbon ardent, blanchit et s'exfolie ; au chalumeau, elle se boursoufle et fond en un verre bulleux, opaque et incolore ; elle est soluble dans les acides. Elle est composée de :

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	56,08	30,13	12
Alumine.	17,22	7,52	3
Chaux.	6,95	2,58	1
Soude.	2,17	"	"
Eau.	18,35	15,47	6

Formule :



CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — On rencontre la stilbite en filons ou en géodes dans les roches volcaniques anciennes (laves d'Auvergne) et modernes (laves de Ténériffe, de l'Etna, du Vésuve) et dans certaines diorites et amygdaloïdes (iles Feroë, Hébrides, Islande), et quelquefois au milieu des amas ou filons métallifères qui traversent les roches cristallines (Arendal, Andreasberg; Oisans, Barèges).

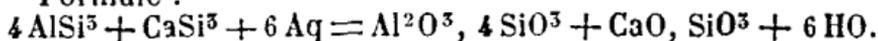
4^e Espèce : *Heulandite* (Brooke). *Épistilbite*
(G. Rose).

CARACTÈRES. — Substance cristalline, incolore, blanche ou d'un rouge de chair, d'un éclat nacré sur la face de clivage, translucide, ou fortement transparente, dureté = 3,5 (heulandite) et 4, à 4,5 (épistilbite), densité = 2,192 à 2,22 et 2,249 (épistilbite).

Au chalumeau, se fond avec bouillonnement et phosphorescence en un globule blanc et opaque ; donne de l'eau par calcination, soluble, sans gelée,

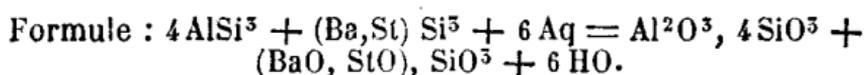
dans les acides ; cristallise dans le système orthorhombique.

Formule :



5^e Espèce : *Brewstérite (Brooke). Diagonite (Breithaupt).*

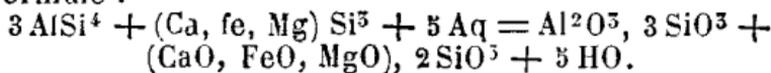
CARACTÈRES. — Substance blanche ou d'un gris jaunâtre, translucide, cristalline (système clino-rhombique), éclat vitreux sur la cassure, nacré sur les faces de clivage ; dureté = 4,5, raie la heulandite ; densité = 2,25 à 2,4 ; soluble dans les acides ; au chalumeau devient opaque, se gonfle et fond avec difficulté.



6^e Espèce : *Beaumontite (Lévy).*

CARACTÈRES. — Substance cristalline d'un blanc jaunâtre, translucide, dureté = 5, densité = 2,24, en petits cristaux à base d'un prisme quadratique ; donne de l'eau par calcination, blanchit, se gonfle et devient farineuse ; résiste aux acides, cependant, en poudre fine, l'acide sulfurique la décompose complètement. Cette espèce doit être réunie à la heulandite.

Formule :

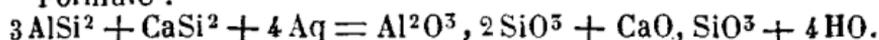


7^e Espèce : *Laumonite (Haüy). Zéolithe efflorescente (Werner).*

CARACTÈRES. — Substance cristalline, en cristaux allongés, bacillaires, aciculaires ou en masses lamel-

leuses, d'un blanc laiteux, ou d'un blanc jaunâtre, légèrement nacré ; formes dépendant du système clino-rhombique, trois clivages. Dureté = 3,5, densité = 2,30. Fusible au chalumeau en un verre bulleux, soluble en gelée dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide sulfurique. Dans le vide ou dans un air très-sec, elle s'éfleurit et se transforme en une matière farineuse.

Formule :



On trouve ce minéral à la mine de Huelgoat (Bretagne), au Saint-Gothard, à Cormayeur (dans le groupe du Mont-Blanc), dans le Tyrol, en Géorgie, aux Etats-Unis et dans le gisement du cuivre natif du Lac-Supérieur.

8^e Espèce : *Prehnite*. (W.). *Chrysolite du Cap*.
Zéolithe verte. *Koupholite*.

Variétés : Prehnitoïde, chlorastrolite, gibsonite, pufferite.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La prehnite se présente rarement en cristaux, le plus ordinairement, elle se montre en lamelles très-petites, en masses fibreuses, radiées à structure souvent réniforme. Les cristaux simples sont, en général, très-petits, à peine colorés (koupholite), blanchâtres ou presque incolores. Souvent olivâtres, d'un vert-jaunâtre, d'un vert pomme ou d'un vert de poireau.

La coloration ordinaire de la prehnite est le jaune verdâtre ; elle est caractéristique des masses de cette substance qui sont demi-transparentes ou d'une translucidité comme gélatineuse, mais jamais complètement opaques, avec un éclat un peu vitreux, mais généralement résineux.

La cassure de ce minéral est vitreuse et inégale ;

celle des masses mamelonnées est fibreuse, divergente et d'un aspect résineux.

Les cristaux sont bi-réfringents à deux axes et pyro-électriques ; leur dureté, supérieure à celle du verre, parfois du feldspath, est comprise entre 5 et 6,5 ; leur densité varie de 2,926 à 3.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La prehnite cristallise dans le système ortho-rhombique ; la forme primitive de ce minéral est un prisme rhomboïdal droit d'environ 100°, dans lequel la hauteur est au côté de la base dans le rapport de 7/5.

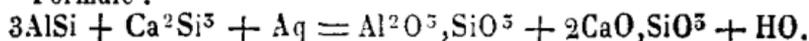
Ce prisme est la forme la plus habituelle des cristaux de prehnite ; ordinairement il est très-surbaissé (cristaux de l'Oisans) ; les cristaux généralement très-déprimés, offrent la forme de tables ou de lames hexagonales ou octogonales ; ils présentent un clivage facile parallèle à la base.

La prehnite se rencontre presque toujours en cristaux groupés ; tantôt ce sont des cristaux simples accolés par leur base, tantôt les divers cristaux se sont disposés en éventail, et forment alors la variété dite prehnite crêtée.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La prehnite donne de l'eau par calcination dans le tube fermé ; au chalumeau, elle fond d'abord en une scorie blanche ou jaunâtre, qui se transforme en un globule compacte ; elle est difficilement décomposée en gelée par les acides ; sa solution précipite par l'oxalate ammonique ; la prehnite de l'Oisans est composée, d'après M. Regnault, de :

		Oxygène.	Rapports.
Silice	44,50	23,13	6
Alumine.	23,44	10,94	3
Chaux.	23,47	6,59	} 2
Oxyde ferreux. . . .	4,61	1,05	
Eau	4,41	3,92	1

Formule :



CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La prehnite se trouve : 1° en filons dans les roches anciennes cristallines ou cristallo-phylliennes ; dans les montagnes de l'Oisans, elle git dans le gneiss et la diorite ; aux Pyrénées, on la trouve cristallisée dans le schiste micacé, au pic d'Eredlids, près de Barèges ; 2° les variétés mamelonnées et fibreuses se rencontrent en rognons dans les roches amygdaloïdes, comme dans les amygdaloïdes du grès rouge d'Oberstein (Palatinat), de l'Écosse, etc. ; souvent elle est accompagnée de cuivre (Palatinat, Afrique).

9° *Espèce : Chabasia (H.). Cuboïcite (Weiss). Zéolithe cubique, Acadiolite (Alger).*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance cristalline, presque incolore, blanche ou quelquefois rouge de chair clair, vitreuse ou subvitreuse ; densité = 2,1 à 2,2, dureté = 5,5, raie le verre, rayée par une pointe d'acier ; cristaux bi-réfringents à un axe positif, tantôt transparents, tantôt translucides, à éclat vitreux, à cassure inégale.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La chabasia cristallise dans le système hexagonal ; sa forme primitive est un rhomboèdre de $94^{\circ},46'$ et $85^{\circ},14'$, par conséquent, très-voisin de celui du quartz. Les cristaux, d'ailleurs, très-petits, sont simples ou modifiés. Les cristaux simples sont des rhomboèdres sans modifications ; les formes composées sont des rhomboèdres primitifs tronqués, sur les arêtes culminantes et sur les angles latéraux, ces cristaux se pénètrent et forment des macles. La coexistence de deux rhomboèdres primitifs tournés, de 180° , l'un par rapport à l'autre, détermine un solide qui rappelle un isoscéloèdre avec un hexagone régu-

lier, dont tout le pourtour présente des angles rentrants. Les cristaux simples pourraient être confondus avec des cubes, mais ils s'en distinguent assez facilement par des stries parallèles aux arêtes culminantes, et disposées comme des barbes de plume de part et d'autre de la diagonale oblique.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La chabasia donne de l'eau par calcination; se boursoufle et fond au chalumeau en une masse blanche et spongieuse; elle est soluble, en gelée, à chaud dans les acides; sa solution précipite par l'oxalate ammonique, l'analyse a donné pour sa composition :

		Oxygène.	Rapports.
Silice	50,63	26,31	9
Alumine.	17,90	8,36	3
Chaux.	9,37	2,73	1
Potasse	1,70	0,28	
Eau	19,90	17,69	6

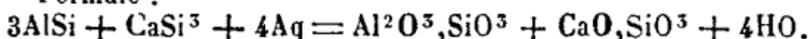
Formule : $3 \text{AlSi}^2 + (\text{Ca}, \text{K}, \text{Na}) \text{Si}^3 + 6 \text{Aq} = \text{Al}^2\text{O}^3, 2 \text{SiO}^5 + (\text{CaO}, \text{NaO}, \text{KO}), \text{SiO}^5 + 6\text{HO}$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La chabasia se trouve dans les roches basaltiques et dans les amygdaloïdes (Oberstein), Fassa en Tyrol, Feroë, Auvergne.

10^e *Espèce* : *Lévyne* (Brewster). *Mélosine* (Berzelius).

Espèce très-voisine de la chabasia, vitreuse, d'un blanc laiteux, cristallisée en tables hexagonales, double réfraction à un axe négatif; dureté = 4,5; densité = 2,2.

Formule :

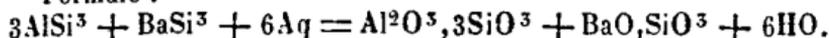


11^e *Espèce* : *Harmotôme* (H). *Pierre cruciforme*.

Substance d'un blanc laiteux, quelquefois un peu jaunâtre; cristaux opaques ou hyalins, du système

ortho-rhombique, groupés généralement en croix, bi-réfringents à deux axes positifs. Dureté = 4,5; densité = 2,4.

Formule :



12° Espèce : *Analcime* (H.). *Cuboite* (Breithaupt).

Substance blanchâtre avec des nuances rouge de chair, opaque, transparente ou hyaline; cassure vitreuse ou lamelleuse, éclatante, cristaux dérivés du système cubique, avec un clivage parallèle aux faces du cube; dureté = 6; densité 2,068 à 2,278; gelée avec les acides; au chalumeau, fond sans ébullition en un globule vitreux.

Formule :

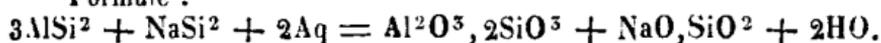


Tableau résumé des espèces du groupe des zéolithes.

1	{	a. Subst. cristallisant dans le syst. cubique <i>Analcime</i> .	
		b. — — — — — quadratique 2	
		c. — — — — — ortho-rhombique. 3	
		d. — — — — — hexagonal. 7	
		e. — — — — — clinorhombique. 8	
2	{	a. Substance soluble en gelée dans les acides, fondant au chalumeau en un verre bulleux et incolore; dureté = 4,5; densité = 2,3 <i>Apophyllite</i> .	
		b. Substance difficilement soluble dans les acides, blanchit et devient farineuse par calcination; dureté = 5; densité = 2,24. <i>Beaumontite</i> .	
3	{	a. Substance fondant au chalumeau avec bouillonnement et phosphorescence. <i>Heulandite</i> .	
		b. Substance fondant au chalumeau avec bouillonnement et sans phosphorescence 4	
4	{	a. Substance se fondant avec bouillonnement et donnant un verre bulleux ou spongieux 5	
		b. Substance se fondant en une scorie blanche et en un globule compacte. <i>Prehnite</i> .	
5	{	a. Cristaux généralement groupés en croix, d'un blanc laiteux. <i>Harmotôme</i> .	
		b. Cristaux non disposés en croix ou à structure radiée, rayonnée ou fibreuse 6	

- | | | |
|---|---|--|
| 6 | { | a. Substance rayant l'apatite, éclat vitreux; dureté = 5,5; densité = 2,2. <i>Mésotype.</i> |
| | | b. Substance rayée par l'apatite, éclat nacré; dureté = 3,5; densité = 2,16. <i>Stilbite.</i> |
| 7 | { | a. Substance vitreuse, blanche ou incolore, bi-réfringente à un axe positif; dureté = 5,5. . . <i>Chabasie.</i> |
| | | b. Substance vitreuse d'un blanc laiteux, bi-réfringente à un axe négatif; dureté = 4,5. <i>Lévyne.</i> |
| 8 | { | a. Substance blanchâtre qui s'efflorit à l'air sec et dans le vide en une matière farineuse; fusible au chalumeau en un verre bulleux; dureté = 3,5. . . <i>Laumonite.</i> |
| | | b. Substance blanchâtre qui ne s'efflorit pas à l'air ni dans le vide, difficilement fusible au chalumeau; dureté = 4,5. <i>Brewsterite.</i> |

CHLORITES.

Les chlorites ou terres vertes (silicates aluminomagnésiens hydratés) sont des minéraux flexibles, sans élasticité, très-tendres, doux au toucher, plus ou moins fusibles et feuilletés; ils donnent de l'eau par calcination et sont complètement décomposés par l'acide sulfurique.

Nous diviserons les chlorites en trois espèces :

1° Clinochlore ($2 \text{ Al}^2 \text{ Mg} + 4 \text{ Mg Si}^2 + 2 \text{ Aq}$), caractérisé par deux axes optiques non symétriques et appartenant au système clino-rhombique.

2° Chlorite (ripidolithe), caractérisée par un pouvoir réfringent très-faible, possède un axe positif, ou peut-être deux axes très-rapprochés et symétriques; ses formes dérivent du système orthorhombique.

3° Pennine ($2 \text{ Al}^3 \text{ Mg} + 5 \text{ Mg}^2 \text{ Si}^3 + 10 \text{ Aq}$), caractérisée par un axe négatif; cristallise en rhomboèdres.

1^{re} *Espèce* : *Clinochlore (Blake). Chlorite de Pennsylvanie.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Ce minéral se présente

en dodécaèdres bi-pyramidés, mais plus généralement en tables minces, d'un vert plus ou moins foncé, rarement d'un vert clair, ordinairement d'un vert-olive, parfois d'un vert-noir. Sa couleur, verte par transmission normale aux lames, est brune, ou rouge hyacinthe par transmission parallèle à leur plan : ce dichroïsme n'est pas toujours apparent et observable. En lames minces, ce minéral est flexible et non élastique, sa poussière est d'un vert blanchâtre et onctueuse au toucher ; sa dureté = 2,5, sa densité = 2,774.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le clinochlore cristallise dans le système clino-rhombique ; la forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique dont l'inclinaison de la base sur la hauteur est de $62^{\circ},31'$, et les angles plans de la base 120° et 60° . Les formes simples dérivées sont des dodécaèdres bi-pyramidés (clinochlore du Tyrol) ; les tables cristallines sont biselées sur leurs bords horizontaux. Les cristaux de clinochlore présentent un clivage très-facile suivant la base du prisme ; ils ont une tendance marquée à former des macles.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Au chalumeau, et sur le charbon ardent, le clinochlore s'exfolie, devient opaque, et d'un brun-jaunâtre ; dans la pince de platine, il fond sur les bords en verre noir ; l'acide sulfurique concentré l'attaque, il est composé de :

		Rapports.
Silice.	30,11	18
Alumine.	19,45	12
Oxyde ferrique	4,61	
Magnésie	32,27	13
Eau	12,52	13

Formule : $2\text{Al}^2\text{Mg} + 4\text{Mg}^2\text{Si}^2\text{Aq}^2 - 4(\text{Al}^2\text{O}^3, \text{MgO}) + 11\text{MgO}, 6\text{SiO}^3, 13\text{HO}.$

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le clinochlore est un minéral qui accompagne les roches ignées et les roches sédimentaires métamorphiques ; ses principaux gisements se trouvent en Pennsylvanie (Amérique), à Achmatowsk et Swarsenstein (Oural), Pfitsch (Tyrol), Marienberg, Zillerthal (Tyrol), Ala (Piémont).

2^e Espèce : *Chlorite* (H.). *Ripidolithe* (G. Rose).

Variétés : Leuchtembergite, chlorite écailleuse, métachlorite.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance d'une couleur, tantôt vert foncé (Brosso), tantôt vert clair passant au jaunâtre (Mauléon), tantôt vert-émeraude (Saint-Gothard), tendre, onctueuse au toucher, flexible, non élastique, translucide, même transparente ; pas de dichroïsme ; densité = 2,673 ; double réfraction à un axe positif. On distingue deux variétés de chlorite : 1^o la chlorite proprement dite ; 2^o la ripidolithe.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Les chlorites cristallisent dans le système ortho-rhombique, elles se présentent en lames hexagonales ou en cristaux, quelquefois assez épais, dont la forme est celle de tables hexagonales régulières ; les faces verticales, généralement droites, portent, sur certains échantillons, des tronçures symétriques sur toutes les arêtes.

Les cristaux de ripidolithe paraissent dériver d'un prisme à six faces.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La chlorite chauffée au chalumeau, s'exfolie, blanchit et fond difficilement en un émail gris ; elle est composée de :

	1° Ripidolithe.		2° Chlorite.	
	Rapports.		Rapports.	
Silice.	27,32	9	26,80	9
Alumine	20,69	6	19,60	6
Magnésie. . . .	24,89	8	14,30	8
Oxyde ferreux.	15,33		23,50	
Potasse.	2,70	
Eau.	12,00	6	11,40	6

Formules : 1° $2\text{Al}^3\text{Mg} + 3\text{Mg}^2\text{Si}^3 + 6\text{Aq}$ ou $2\text{Al}^3\text{Si}^2 + 4\text{Mg}^2\text{Si}^3 + 6\text{Aq}$. 2° $\text{Al}^3\text{Mg} + 4\text{Mg}^2\text{Si}^3 + 8\text{Aq}$ ou $\text{AlSi}^3 + 5\text{MgSi}^3 + 8\text{Aq}$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — On trouve de beaux échantillons de chlorite à Rauris et Zillertal (Tyrol), au Saint-Gothard, dans les Alpes dauphinoises, dans les Pyrénées, principalement à Mauléon et à Barèges.

Les chlorites ont imprégné, dans certains dépôts, les schistes argileux et les ont transformés en schistes chloriteux ou chloroschistes.

3° Espèce : Pennine (Frobel).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance d'une couleur ordinairement verte ou vert brunâtre, se présentant généralement en petits cristaux transparents et dichroïtes à un haut degré. Parallèlement à l'axe, ils ont une belle couleur vert-émeraude; ils paraissent bruns ou rouge hyacinthe dans le sens transversal; ils jouissent de la double réfraction à un axe négatif, quelquefois positif, selon les variétés; se laissent rayer par l'ongle; leur densité varie de 2,629 à 2,653.

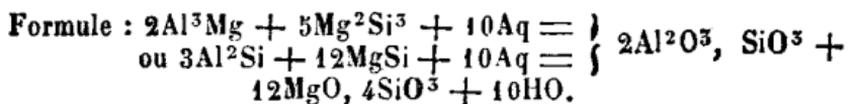
Les lames minces de pennine sont flexibles et non élastiques; sa poussière est onctueuse et d'un blanc légèrement verdâtre.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La pennine cristallise dans le système hexagonal; sa forme primitive est un rhomboèdre aigu de $63^{\circ}, 15'$ qui se

laisse facilement cliver parallèlement à l'axe. Les cristaux extrêmement petits offrent seuls le rhomboèdre complet ; les gros cristaux sont généralement tronqués dans une direction perpendiculaire à l'axe ; ils se présentent sous la forme de tables et de troncs de rhomboèdres à bases triangulaires ou hexagonales ; quelques cristaux très-rares montrent, sur les arêtes latérales du rhomboèdre, des modifications appartenant au prisme hexagonal régulier ; deux cristaux tubulaires, opposés base à base, constituent une des macles les plus habituelles de la pennine.

CARACTÈRES. — Cette substance s'exfolie et blanchit au chalumeau ; elle fond difficilement en un émail gris ; en poudre fine, elle est complètement attaquée par l'acide chlorhydrique par une ébullition prolongée.

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	33,95	17,64	13
Alumine	13,46	6,27	6
Oxyde chromique . . .	0,24	0,07	
Oxyde ferreux	6,12	1,87	12
Magnésie	33,71	13,05	
Eau	12,52	11,13	10



CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La pennine se trouve principalement dans la vallée de Zermatt, en Valais, au pied du Mont-Rose, Ala, Binnen, etc.

VI.

Silicates non alumineux avec magnésie ou ses isomorphes.**1^{re} Espèce : Talc (Haüy).**

Variétés : Paragonite, didrinite, pierre ollaire.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance onctueuse au toucher, tendre, incolore et d'un blanc de neige, ou bien d'un blanc légèrement verdâtre, vert tendre ou jaunâtre avec un éclat gras un peu nacré ; se laisse rayer par l'ongle ; dureté = 1 ; sa densité varie de 2,57 à 2,7 ; possède la double réfraction à deux axes. Le talc se présente avec une structure foliacée ou en masses composées de minces feuillets allongés, ondulés ou plissés, flexibles, non élastiques, ou en masses écailleuses ou lamello-fibreuses. Les lames peuvent se détacher assez facilement et se laisser diviser en rhombes de 120°.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le talc cristallise dans le système ortho-rhombique ; sa forme primitive est le prisme rhomboïdal droit de 120° ; il se clive très-facilement et se sépare en lames.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le talc donne un peu d'eau par calcination ; fortement chauffé, il brille, s'exfolie et durcit sans éprouver de fusion ; il est inattaquable par les acides ; il est composé de silice, de magnésie avec une quantité d'eau qui varie de 2 à 5 pour cent.

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	61,75	32,079	15
Magnésie.	31,68	12,260	} 6
Oxyde ferreux. . .	1,70	0,387	
Eau.	4,83	4,294	2

Formule : $3\text{Mg}^2\text{Si}^5 + 2\text{Aq} = 6\text{MgO}, 5\text{SiO}^5 + 2\text{HO}.$

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le talc se rencontre dans le sol primordial, dans les roches cristallophylliennes ; les variétés laminaires et fibreuses viennent principalement du Tyrol (Oberwald, Zillertal) ; des Alpes, du Saint-Gothard ou du Valais, de la Savoie (vallée de Chamounix), du Piémont, du Presnitz, de la Norvège.*

Ce minéral entre comme élément constituant dans les talcschistes et les protogynes (Alpes).

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — La pierre ollaire est une variété de talc contenant d'autres minéraux foliacés (chlorite, asbeste) ; elle sert à la fabrication de certaines poteries économiques et de marmites propres à cuire les aliments. Ce minéral est assez tendre pour être travaillé au tour ; on le creuse pour lui donner les formes les plus convenables. Ces pierres possèdent naturellement les caractères d'infusibilité que l'on recherche dans les poteries ; elles peuvent servir immédiatement et supporter l'action du feu en sortant des mains du tourneur. On fabrique des vases en pierre ollaire dans le canton des Grisons, en Saxe (Zoblitz), en Corse, en Égypte, en Chine.

Le talc entre comme véhicule dans la confection des crayons colorés ou pastels.

Le fard ou rouge de fard est une poudre de talc teintée en rouge par du carthame.

2^e Espèce : *Stéatite (Haüy). Spechstein. Craie de Briançon. Pierre de lard. Lardite.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance compacte, très-tendre, onctueuse, même savoneuse ; densité = 2,6 à 2,8 ; rayée par l'ongle, couleur habituelle,

blanc sale ou blanc-grisâtre, jaunâtre, verdâtre ou rougeâtre.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Au chalumeau, la stéatite se gonfle, s'exfolie et devient d'un blanc plus mat, perd son aspect nacré, son onctuosité et se fritte légèrement sur les bords minces; inattaquable par l'acide chlorhydrique, mais décomposée par une longue ébullition avec l'acide sulfurique.

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	64,85	33,69	15
Magnésie.	28,43	11,04	5
Oxyde ferreux. . .	1,40	0,31	
Eau.	5,22	4,52	2

Formule : $5 \text{Mg Si}^5 + 2 \text{Aq} = 5 (\text{MgO}, \text{SiO}^5) + 2 \text{HO}$.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — On fabrique des cosmétiques avec certaines variétés de stéatite ou de talc, qui rendent la peau lisse et luisante; on l'emploie aussi, dans son état naturel, pour confectionner le crayon blanc, dont les tailleurs se servent en guise de craie, pour tracer sur le drap; enfin, la stéatite est employée pour adoucir le frottement des machines, pour falsifier les savons, pour dégraisser les soies et pour préparer la poudre qui facilite l'entrée dans les bottes ou dans les gants.

3^e Espèce : *Serpentine. Ophite. Néphrite. Gymnite.*

Variétés : Marmolite, pikrolithe, pikrosmine, pikrophyllé, saponite, etc.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La serpentine est une substance compacte, présentant, dans quelques variétés, des indices de cristallisation (marmolite), douce au toucher, non savonneuse, tendre, mais

tenace ; sa dureté est de 3 ; on peut facilement la tailler et la scier. Sa cassure est inégale, presque toujours très-esquilleuse, mate ou d'un éclat gras ou céroïde ; ses couleurs sont variables, elle est d'un vert, tantôt clair, tantôt très-foncé ; mais sa couleur dominante est le vert foncé passant par nuances au gris-jaunâtre ; elle renferme assez souvent des lames de diallage ou de bronzite et des veines d'asbeste fibreux et satiné, d'un vert-pistache ; souvent aussi elle renferme des octaèdres de magnétite.

La serpentine dite noble est d'un vert uniforme assez intense, elle est translucide sur les bords et sa cassure terreuse.

La serpentine présente généralement deux nuances de couleur très-différente ; elle est d'un vert foncé, avec des taches ou des bandes d'un vert clair comme la peau des serpents, ou d'un vert clair avec des taches plus foncées ; sa densité varie de 2,5 à 2,66. Associée avec des veines calcaires, elle produit un marbre vert du plus bel effet et d'un prix élevé. On peut considérer comme des variétés de serpentine ou des espèces très-voisines, les minéraux verts, tendres, onctueux, tels que : pikro-lite, rhodochrome, hydrophyte, chlorophyllite, marmolite, métaxite, baltimorite, etc.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La serpentine a été trouvée avec une structure lamelleuse (États-Unis, Silésie), en gros cristaux (Saxe), en prismes ortho-rhombiques avec des pointements sur les faces basiques (vallée de Fassa, en Tyrol, Snarum, en Norwége), enfin, en prismes clino-rhombiques analogues à ceux du pyroxène et de l'amphibole (États-Unis). Mais la plupart de ces cristaux ont été reconnus comme étant des pseudomorphoses du péridot

ou du pyroxène : la serpentine comme la stéatite, minéraux compacts, non cristallins, a la propriété de se présenter sous des formes régulières, empruntées à plusieurs autres espèces minérales, au péridot, au pyroxène, à l'amphibole, etc.

La serpentine semble résulter de la transformation d'un autre minéral ; dans certains cas, elle dérive du péridot, car elle a conservé la forme des cristaux de cette substance. On peut la considérer alors comme un péridot qui a perdu de la magnésie et s'est hydraté.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La serpentine a pour substance un bi-silicate magnésique combiné ou mélangé à un bi-hydrate de la même base. Elle donne de l'eau par calcination et prend alors une plus grande dureté et blanchit à un feu prolongé ; elle est infusible au chalumeau ou ne fond que très-difficilement et sur les bords ; elle est attaquée par l'acide sulfurique et par l'acide chlorhydrique concentré.

Elle est composée de :

Silice	42 à 44
Magnésie	36 à 38
Oxyde ferreux	2
Eau	12 à 13

Formule : $\text{MgO}, 2 \text{SiO}^5 + \text{MgO}, 2 \text{H}_2\text{O}$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La serpentine forme des couches ou amas stratifiés, subordonnés aux schistes talqueux, tantôt des filons ou amas transversaux, tantôt des filons-couches intercalés dans les terrains stratifiés.

Elle abonde en Europe, surtout dans les Alpes (côtes de Gènes, près de Turin, de Suze, en Piémont ; en Suisse, dans le canton des Grisons), dans

les Apennins (Toscane, au Monte-Ferrato, environs de Florence); en Saxe, en Silésie, en Écosse, etc.

En France, dans les Alpes du Dauphiné, au lac Robert, dans la chaîne de Belledonne, dans le Var, l'Aveyron, les Vosges, etc.

Dans le Lyonnais, les gîtes les plus remarquables sont ceux de Savigny, de Montmélas, sous le grès bigarré, entre Riverie et Saint-André-la-Côte; au hameau de Bourboret, au mont Pilat, Saint-Julien Molin-Molette et la Sibartière, aux environs de Saint-Christol (Loire).

La serpentine a une origine éruptive ou ignée, elle a soulevé les couches sédimentaires; elle est traversée (île d'Elbe) par des filons de granite tourmalinifère; elle s'est introduite dans les calcaires qu'elle a fendillés et transformés en marbres verts; son éruption s'est faite d'une manière sporadique, et à diverses périodes.

Les serpentines du centre de la France (Corrèze, Haute-Vienne, Lot, Aveyron), forment un alignement en ligne droite, depuis Brives jusqu'à Rhodéz; elles ont soulevé le grès bigarré sous des angles de 35° à 45° , tandis que le calcaire jurassique repose sur le grès bigarré en couches horizontales. Cette éruption serpentineuse est remarquable par la présence du cuivre sulfuré, carbonaté et silicaté qu'elle a amené au jour (Chessy, Pyrénées, Mont-Catini (Toscane), Ayen (Corrèze).

Les serpentines des Apennins, de l'île d'Elbe, de la côte de Gènes, etc., sont plus récentes; elles ont traversé les terrains nummulitique et crétacé; leur surgissement a eu lieu à la fin de la période éocène.

Enfin, les serpentines de Bisano, dans le Bolonais, de la colline de Mussinet, près de Turin, du revers du Mont-Cenis, qui regarde l'Italie, sont encore

d'une époque plus récente, elles ont fait leur éruption pendant la période miocène.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le marbre vert appelé vert de Suze ou vert de mer est un calcaire serpentineux, d'un prix élevé, que l'on trouve dans les Apennins (il a son analogue dans les Pyrénées-Orientales) ; on le taille ou on le coupe en plaques, en colonnes d'ornementation (cathédrale de Florence).

Dans certaines localités, la serpentine est employée comme pierre de construction ; l'ancienne chartreuse de la Verne, près de Saint-Tropez, était bâtie avec cette roche. Mais son principal emploi consiste aujourd'hui dans la confection ou la fabrication au tour ou à la main d'encriers, de théières, cafetières, des coupes et autres objets d'ornement ; à Valleza, au pied du Mont-Rose, dans la Corse, en Saxe, on fait des ustensiles de cuisine, des salières, des marmites, poêlons, etc., en serpentine. Enfin, à Gênes, on en extrait de la magnésie.

4^e Espèce : *Magnésite (Brong). Écume de mer.*

Variétés : Aphrodite, dermatine, quinceyte.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La magnésite est un minéral d'un blanc mat modifié par des teintes grisâtres, jaunâtres ou rosâtres, plus ou moins terreux, tendre, sèche au toucher et plus tenace que la craie, non onctueuse au toucher, poreuse, happe fortement à la langue, légèrement plastique, faisant avec l'eau une pâte fine, mais courte. Il faut humecter la magnésite et la broyer longtemps pour lui donner un peu de liant ; sa densité = 2,6.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La magnésite est atta-

quable par les acides, sans effervescence, quand elle est pure ; avec l'acide sulfurique, elle donne du sulfate magnésique, dont la saveur amère est caractéristique ; elle est très-difficilement fusible au chalumeau, en émail blanc ; elle est composée de :

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	53,80	27,94	3
Magnésie.	23,80	9,21	1
Alumine.	1,20	"	"
Eau.	20,00	17,78	2

Formule : $Mg Si^5 + 2 Aq = MgO, SiO^5 + 2 HO.$

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La magnésite se trouve : 1° dans le terrain tertiaire lacustre, à Coulommiers (Seine-et-Marne), à Chenevières (Seine), en couches de 0^m,20 à 0^m,40 d'épaisseur dans des marnes inférieures au gypse, elle est schisteuse et impure ; à Vallecas, près de Madrid, à Salinelle (Gard), on la trouve dans un gisement analogue.

Ses gisements les plus importants sont près de Negrepont, en Crimée, et en Anatolie, dans les environs de la ville de Brousse ; elle se trouve au milieu d'un calcaire compacte, gris clair, renfermant des rognons de silex ; elle y forme une couche d'environ 2 mètres d'épaisseur, d'une variété blanche et jaune très-légère. La magnésite se rencontre aussi en veines dans les serpentines, comme à Baldissero (Piémont), et à Castellamonte.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les variétés pures de magnésite du Levant et de la Crimée servent à la fabrication des pipes dites écume de mer. On fabrique ces pipes, soit en taillant la substance ou en la tournant, soit en la pétrissant et la moulant ensuite.

Les pipes à bas prix, que l'on vend sous le nom d'écume, sont fabriquées avec des magnésites im-

pures, ou même avec d'autres substances magnésiennes mêlées à de l'argile pour leur donner de la plasticité. Dans quelques localités, on emploie certaines variétés de magnésite pour la construction de l'ouvrage des hauts-fourneaux, pour la fabrication de certaines porcelaines (Madrid, île de Samos, etc.), pour pierre à décrasser (Salinelle).

3^e Espèce : Péridot (H.). Olivine. Chrysolithe des volcans.

Variétés : hyalosidérite, glinkite, fayalite, forstérite, monticellite, villarsite, batrachite, etc.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance vitreuse d'un vert-jaunâtre ou d'un vert-olive clair, à cassure conchoïdale, éclatante, vitreuse; densité = 3,30 à 3,5; elle raie difficilement le verre, est rayée par le quartz et le feldspath, sa dureté est comprise entre 6 et 7, selon les variétés; généralement transparente, bi-réfringente avec 2 axes positifs.

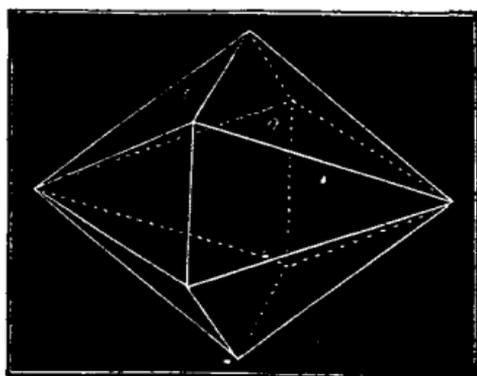
On distingue deux variétés de péridot, savoir : la chrysolithe ou péridot oriental en cristaux verts-jaunâtres; 2^e l'olivine ou péridot des basaltes, granulaire, d'un vert-jaunâtre très-clair ou vert-d'olive.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le péridot cristallise dans le système ortho-rhombique; sa forme primitive est un prisme rectangulaire droit, dont les dimensions sont entre elles comme 11 : 14 : 25 (Haüy) ou un prisme ortho-rhombique, dont l'angle est de 120°, 40'; les dimensions de la base et de la hauteur sont dans le rapport 5/2 (Lévy).

On trouve rarement les faces de la forme primitive; les cristaux se sont fortement modifiés; les plus simples sont des octaèdres allongés (Vésuve;

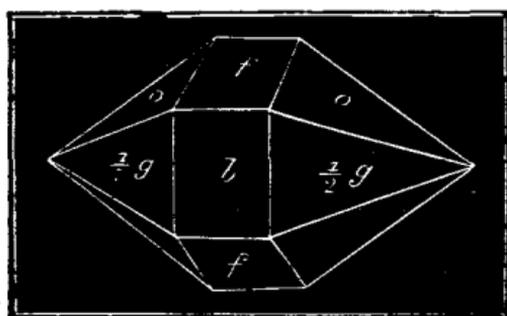
Puy); des clivages difficiles, mais assez sensibles, ont lieu parallèlement à la base du prisme (fig. 142 et 143).

Fig. 142.



CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le péridot est un silicate dans lequel l'acide renferme la même quantité d'oxygène que la base, qui est la magnésie ou l'oxyde ferreux, les deux bases pouvant se substituer l'une à l'autre en toute proportion. L'oxyde ferreux, qui

Fig. 143.



n'entre que pour 8 à 9 p. 0/0 dans le péridot, peut s'élever jusqu'à 30 p. 0/0, pour constituer le hyalosidérite, variété brun-rougeâtre que l'on a trouvée en cristaux disséminés dans une amygdaloïde de Kaisersthal; dans le péridot ferrifère du trachyte des

Açores, la substitution de l'oxyde ferreux à la magnésie est complète; c'est une variété d'un brun foncé d'un éclat résineux.

Au chalumeau, la chrysolithe et l'olivine sont infusibles; le périclote n'éprouve un commencement de fusion que quand il est très-riche en fer; il est complètement décomposé par les acides sulfurique et chlorhydrique qui le dissolvent en formant gelée; l'olivine est plus soluble dans les acides que la chrysolithe qui, cependant, se dissout en gelée dans l'acide chlorhydrique. Dans l'acide azotique, le périclote perd sa couleur; ce minéral est composé de :

Périclote oriental (chrysolithe). Périclote olivine du Vivarais.

			Oxyg.	Rap.
Silice.	39,73	41,53	21,52	1
Magnésie. . . .	50,04	50,13	{ 19,20	1
Oxyde ferreux .	9,19	8,66	{ 2,08	
Ox. manganoux.	0,09	0,25	{ 0,05	
Ox. nickelique .	0,32	.	.	.
Alumine.	0,22	0,06	.	.
	<u>99,59</u>	<u>100,63</u>		

Formule : $(\text{Mg,fe})\text{Si}$ ou $\text{MgSi} = 3(\text{MgO,FeO}),\text{SiO}^3$ ou 3MgO,SiO^3 .

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le périclote se trouve :
1° dans les terrains ignés anciens, principalement dans les roches feldspathiques, comme dans les pegmatites des environs de Tulle et de certaines localités du Levant, qui en renferment des variétés hyalines;

2° Dans les roches cristallines métamorphiques, comme les schistes talqueux (Oural), le gneiss Tanaberg;

3° Dans les basaltes, en cristaux disséminés dans la roche volcanique (exemples : Vivarais, Auvergne, bords du Rhin), ou en cristaux dans les sables provenant de la désagrégation des basaltes (Puy-en-Velay, Ile-Bourbon);

4° Dans le terrain lavique de la Somma et des sables de la plage de Torre del Greco, près de Naples ;

5° Dans les porphyres pyroxéniques ;

6° Dans la lherzolite ou pyroxénite ;

7° Dans le fer météorique ;

8° Enfin dans les scories.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les variétés transparentes de péridot sont taillées à facettes et employées dans la joaillerie ; les plus estimées sont les cristaux vert-jaunâtre de la chrysolithe d'Orient, et ceux vert-olive ou vert-pistache, qui se trouvent dans certains basaltes d'Europe.

ENSTATITE (Kenngolt). — Bisilicate de magnésie de la formule $MgO, 2SiO^3 = MgSi^2$, infusible au chalumeau, inattaquable par les acides, cristallisant dans le système ortho-rhombique, double réfraction positive à deux axes ; dureté 5,5 ; densité = 3,27 ; blanc-grisâtre ou jaunâtre, éclat vitreux ou perlé sur les plans de clivage ; quelquefois l'oxyde ferreux remplace en partie la magnésie, elle prend alors des teintes verdâtres ou brunes, et passe à l'hypersthène.

			Oxygène.	Rapports.
Silice.	0,5476		0,2843	2
Magnésie.	0,3022	0,1181	0,1394	1
Oxyde ferreux . . .	0,0935	0,0207		
Alumine.	0,0490		•	•
Oxyde chromique .	traces.		•	•
	<u>0,9923</u>			(Damour.)

Formule : $MgSi^2 = MgO, 2SiO^3$ ou $MgSi^2 + FeSi^2 = MgO, 2SiO^3 + FeO, 2SiO^3$.

6^e Espèce : Zircon. Zirconite. Hyacinthe.
Ceylanite.

Variétés : Erdmannite, calyptolite, ostranite, cœrstédite.

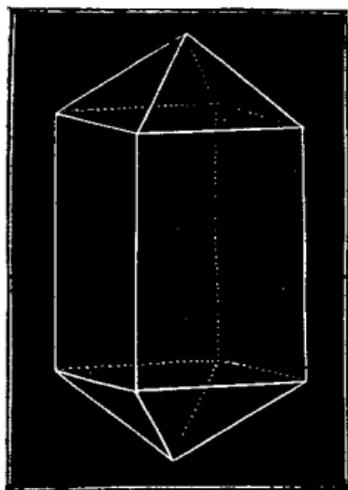
CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le zircon est un minéral toujours cristallisé ; rouge-brunâtre ou orangé-brunâtre, vert-brunâtre, passant au gris et au jaune-verdâtre, quelquefois incolore, à cassure onduleuse, conchoïdale et brillante, à double réfraction à un seul axe positif, sa densité = 4,5 à 4,68 : sa dureté = 7,5, raie le quartz, rayé par la topaze, d'un éclat gras.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le zircon cristallise dans le système quadratique ; sa forme primitive est un prisme à base carrée dans lequel

le rapport des dimensions est $\frac{\text{base}}{\text{hauteur}} = \frac{10}{9}$.

Les modifications du prisme quadratique peuvent

Fig. 144.



se grouper en deux formes dominantes : 1^o le prisme à base carrée surmonté d'un pointement à quatre

facettes placées sur les arêtes (zircon) (fig. 144) ; 2° le prisme quadratique modifié sur les angles, ce qui conduit à un dédoxaèdre (hyacinthe). Des clivages se présentent parallèlement aux faces latérales du prisme quadratique.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le zircon est inattaquable par les acides ; quand il est pur, il est infusible au chalumeau, il y perd sa couleur, mais conserve sa transparence. Celui qui est incolore ne change pas d'aspect, le rouge clair devient jaunâtre ou incolore, le brun devient blanc ; avec le borax, il se dissout très-difficilement en un verre diaphane, qui devient opaque, quand il est suffisamment saturé ; au-dessus du rouge sombre, il devient phosphorescent.

Il est composé de :

		Oxygène.	Rapports.
Silice	32,6	16,61	1
Zircone.	64,5	16,96	1
Oxyde ferreux . .	2	•	•
	<u>99,1</u>		

Formule : $Zr Si = Zr^2 O^5, SiO^3$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le zircon se rencontre : 1° dans le terrain granitique, dans le granite et les sables granitiques qui en dérivent, des environs de Tulle, de Ceylan, des États-Unis ; dans la syénite de la Suède, de la Norwége, de l'Égypte ;

2° Dans les roches volcaniques, comme dans les roches et les sables d'Expailly, au Puy en Velay, les trachytes du Puy-de-Dôme, les basaltes des bords du Rhin, les roches de la Somma ;

3° Dans les sables aurifères de la Californie, de l'Australie, de l'Ariège.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le zircon taillé est

employé en joaillerie ; les variétés blanches ou incolores ont un certain éclat qui rappelle celui du diamant, les variétés rouges ont de l'analogie avec le grenat hyacinthe.

Le zircon peut être confondu, lorsqu'il est taillé, avec le corindon, la topaze jaune, l'aigue-marine, l'idocrase, le grenat et le spinelle ; la densité, la dureté et la double réfraction permettront de le distinguer de ces différentes espèces.

MINÉRAUX.	DURETÉ.	DENSITÉ.	RÉFRACTION.	ÉLECTRICITÉ	SYSTÈME CRISTALLIN.
Zircon . . .	7,5	4,5 à 4,68	Double, 1 axe	peu durable	2 ^e
Cassitérite. .	7	6,6 à 6,8	"	"	2 ^e
Corindon . . .	9	3,9 à 4,3	Double, 1 axe	dure plus de 7 h.	4 ^e
Topaze . . .	8	2,732 à 2,8	Double, 1 axe	"	3 ^e
Aigue-marine	7,5 à 8	2,67 à 2,7	Double, 1 axe	peu durable	4 ^e
Idocrase. . .	6,5	3,25 à 3,42	Double, 1 axe	"	2 ^e
Grenat . . .	7	3,5 à 4,3	Simple	"	1 ^{er}
Spinelle. . .	8	3,4 à 3,8	Simple	"	1 ^{er}

Tableau résumé des espèces du groupe des silicates non alumineux.

- 1 { a. Substance se laissant entamer par l'ongle 2
 { b. Substance ne se laissant pas entamer par l'ongle. 5
- 2 { a. Substance cristalline ; dureté = 1 ; densité = 2,57 à 2,7 *Talc.*
 { b. Substance non cristalline 3
- 3 { a. Substance d'un blanc mat, ni nacrée, ni céroïde, ni onctueuse au toucher, happe fortement à la langue *Magnésite.*
 { b. Substance d'un blanc-gris ou verdâtre, onctueuse au toucher 4

- | | | |
|---|---|--|
| 4 | { | a. Substance blanc-grisâtre, aspect nacré qu'elle perd au chalumeau, inattaquable par l'acide chlorhydrique <i>Stéatite.</i> |
| | | b. Substance verte ou verdâtre, éclat gras et céroïde, attaquable par l'acide chlorhydrique. <i>Serpentine.</i> |
| 5 | { | a. Substance cristallisant dans le 2 ^e système, inattaquable par les acides <i>Zircon.</i> |
| | | b. Substance cristallisant dans le 3 ^e système, attaquable par les acides <i>Péridot.</i> |

Silicates à bases multiples.

Groupe : Pyroxéno-amphibolique.

Les pyroxènes et les amphiboles constituent un groupe de substances isomorphes composées de silice, de chaux, de magnésie, d'oxyde ferreux ou manganéux, ces bases pouvant se remplacer mutuellement, et, par conséquent, se présenter mélangées en toutes proportions. La composition de l'amphibole, formée de bases à un atôme et de silice, est telle que le rapport des quantités d'oxygène dans les bases et dans l'acide est de 4/9, ce qui donne pour la formule générale $R^4 Si^5$. Dans le pyroxène, composé de bases à un atôme et de silice, le rapport de l'oxygène des bases à celui de l'acide est de 1/2, sa formule = RSi^2 ou R^2Si^4 . Telle est la seule différence que nous ayons à constater dans la composition de ces deux genres minéralogiques, entre lesquels les analogies sont si nombreuses et si intimes que l'on est tenté de les confondre en un seul. Le groupe pyroxéno-amphibolique se compose de plusieurs espèces isomorphes qui ne diffèrent que par la nature de leurs bases.

C'est M. Weiss qui, en 1831, a signalé, le premier, la liaison étroite qui unit les formes cristallines du pyroxène et de l'amphibole. L'angle du pyroxène est de $87^\circ 5'$, dont la moitié est $43^\circ, 37', 30''$.

Si on double la tangente, on obtient le logarithme 10,2801774 qui correspond à l'angle de $62^{\circ}, 19'$, dont le double $124^{\circ}, 38'$ est précisément l'angle de l'amphibole. La même relation se trouve entre les autres angles de ces deux minéraux.

Depuis longtemps (1831), M. Gustave Rose a proposé de réunir ces deux minéraux en une seule grande espèce. Le célèbre minéralogiste a observé un minéral, l'ouralite, variété de pyroxène qui présente des cristaux à clivage et caractères extérieurs de l'amphibole, ayant, cependant, les formes qu'on croyait propres au pyroxène. Outre les cristaux d'amphibole et de pyroxène observés par G. Rose, dans les diorites de l'Oural, qui ont les caractères ordinaires de ces deux espèces, il en a aussi remarqué, pour ainsi dire, de mixtes; ces derniers consistent: 1° en cristaux de pyroxène, ayant le clivage de $124^{\circ}, 30'$, qui caractérise l'amphibole; 2° en cristaux de pyroxène, qui se divisent encore sous l'angle de 124° jusqu'à une certaine distance de leur surface, mais dont le centre est occupé par un noyau pyroxénique, dont le clivage est de $87^{\circ}, 51'$.

L'ouralite serait donc, pour M. G. Rose, ou de l'amphibole ayant la forme du pyroxène, ou du pyroxène ayant le clivage de l'amphibole, ce qui l'a porté à fondre les deux espèces en une seule sous le nom collectif d'ouralite, qui comprendrait, en outre, l'hypersthène et la diallage, ou au moins à admettre l'isomorphisme entre le pyroxène et l'amphibole, car les deux minéraux ayant des formes appartenant au même système peuvent se dériver géométriquement l'une de l'autre. M. G. Rose pense que la différence existant entre le pyroxène et l'amphibole provient d'un refroidissement plus ou moins grand; il croit que le pyroxène s'est formé par un

refroidissement brusque, et l'amphibole par un refroidissement lent.

L'hypersthène (pyroxène ferro-magnésien) est une variété de pyroxène avec lequel il se confond sous le rapport cristallographique ; la diallage, autre variété à bases de magnésie et d'oxyde de fer, se rapproche tellement de l'hypersthène par ses caractères cristallographiques, physiques et chimiques, qu'il est très-difficile de les distinguer l'une de l'autre. Enfin, on pourra comprendre sous un nom général, le pyroxène, la diallage et l'hypersthène ; car ces trois minéraux sont des variétés d'une seule et même espèce ayant une formule chimique identique avec des bases variables.

En considérant l'amphibole et le pyroxène de cette large manière, c'est-à-dire, comme formant un groupe minéralogique, dont les espèces diffèrent par des états particuliers de cristallisation des mêmes substances, dans des circonstances non identiques, on est amené à envisager les roches pyroxéniques et amphiboliques comme pouvant se présenter dans les mêmes groupes géologiques. D'après les recherches de M. Lechartier, le pyroxène et l'amphibole n'ont pas la même composition chimique : dans le pyroxène, le rapport de l'oxygène de la silice à l'oxygène des bases est celui de 2 à 1 ; tandis que dans l'amphibole, le rapport est celui de 9 à 4.

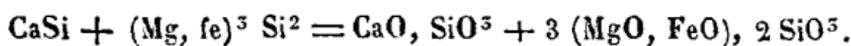
Amphibole.

1^{re} *Espèce* : *Amphibole (H.)*. *Schorl vert. Actinote. Hornblende. Trémolite (H.)*.

Variétés : Calamite, néphrite, byssolyte, gédrite, pargasite, carinthine, basaltine.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX. — La substance de l'amphibole est un silicate calcique, magnésique et fer-

reux avec un peu d'alumine dans les variétés les plus colorées. Sa formule générale est :



On peut donc la considérer comme formée d'un bisilicate et d'un silicate, et, par conséquent, que les quantités d'oxygène des bases et de l'acide silicique

sont dans le rapport $\frac{4}{9}$ ou $\frac{1}{2\frac{1}{2}}$; mais d'après

M. Rammelsberg, ces quantités d'oxygène satisfont au rapport 1/2, comme les pyroxènes.

L'amphibole est blanc, gris-clair ou vert, de diverses nuances ; sa densité varie de 2,9 à 3,5 ; il raie à peine le verre et le feldspath, est rayé par le quartz. Au chalumeau, il fond assez facilement en un verre blanc, gris-verdâtre ou noir, suivant la couleur de l'échantillon.

Les amphiboles cristallisent comme les pyroxènes dans le système clino-rhombique ; mais ils fondent plus facilement que ces derniers, par conséquent, ils passent, par un refroidissement beaucoup plus lent, de l'état de fusion à l'état cristallin.

On rapporte à l'amphibole les substances filamenteuses connues sous le nom d'amiante, d'asbeste, etc.

Nous partagerons l'espèce amphibole en quatre sous-espèces, savoir : 1° trémolite ; 2° actinote ; 3° hornblende ; 4° anthophyllite.

La trémolite comprend, en général, les variétés à bases terreuses sans couleur ; l'actinote et la hornblende, les variétés à bases terreuses et métalliques, dans lesquelles l'oxyde ferreux ou manganoux entrera en quantité notable avec la chaux et la magnésie, et qui, par suite, présentent une couleur verte plus ou moins foncée. L'anthophyllite com-

prend les variétés avec oxyde ferreux et manganeux sans chaux.

1° TRÉMOLITE OU GRAMMATITE (Haüy). — Substance blanche, blanc-gris ou un peu verdâtre, éclat sub-nacré, structure lamello-fibreuse ; densité = 2,9 ; dureté = 5,6 ; pas d'eau par calcination ; fusible au chalumeau, difficilement attaquable par les acides.

		Oxygène.	Rapports.
Silice.....	58,07	30,37	9
Chaux	12,99	3,39	1
Magnésie.....	24,46	10,48	3
Oxyde ferreux..	1,82	0,26	
	97,34		

Formule : $\text{CaSi}^5 + 3\text{MgSi}^2 = \text{CaO}, \text{SiO}^5 + 3\text{MgO}, 2\text{SiO}^5$.

La trémolite se trouve en cristaux prismatiques à Trémola, disséminée dans une dolomie ; on la trouve dans les Alpes, les Pyrénées, la Corse, la Suède, la Saxe, le Tyrol, la Bohême.

Le jade oriental ou néphrite, pierre de yu, paraît être une trémolite compacte.

Parfois, la trémolite se montre en masses fibreuses, radiées, d'un éclat sub-soyeux, et même en filaments libres ou accolés (amiante, asbeste).

Le jade sert à faire des objets de fantaisie ; on emploie l'amiante pour confectionner des mèches et des tissus incombustibles ; les anciens en faisaient des draps pour recueillir les cendres des morts sans mélange.

2° ACTINOTE, SCHORL VERT. — Substance d'un vert plus ou moins intense, passant au noir, parfois à poussière verte ou brune ; éclat vitreux ; densité = 3 à 3,35, raie à peine le verre ; se présente ordinai-

rement en cristaux ; sa disposition est ordinairement en masses bacillaires , aciculaires , fibreuses ou radiées.

On trouve l'actinote en longs prismes verts disséminés dans le talc (Tyrol), et en masses rayonnées, principalement dans les Alpes du St-Gothard, dans le pays des Grisons, Zillenthal (Tyrol), disséminée dans des roches schisteuses, enfin, dans des lits de minerais ferrugineux des terrains cristallophylliens de la Saxe, de la Norwège.

		Rapports.
Silice	53,10	9
Chaux.....	11,40	1
Magnésie	7,40	} 3
Oxyde ferreux.....	25,60	
Alumine	1,80	
	99,30	

Formule : $\text{CaSi}^5 + 3(\text{Mg, fe})\text{Si}^2 = \text{CaO}, \text{SiO}^3 + 3(\text{MgO}, \text{FeO}), 2\text{SiO}^5$.

3° HORNBLÉNDE (nom allemand). AMPHIBOLE NOIR (Haüy). Couleur noire ou vert foncé, opaque, éclat vif sur les faces de clivage ; densité = 3,1 à 3,4 ; fond facilement au chalumeau en émail noir ; se présente en cristaux terminés, assez gros, médiocrement allongés ou courts ; le plus souvent, ce sont des prismes à 6 pans, résultant de la troncature des arêtes aigues du prisme primitif.

Cette variété se trouve surtout dans le basalte ; les plus beaux cristaux viennent de la Bohême, de l'Auvergne, de l'Etna, du Vésuve.

Dans le Lyonnais, on l'a signalée (M. Fournet) à l'île Barbe, au Pont-de-la-Terrasse.

Cette variété existe aussi en masses lamelleuses, circulaires ou compactes.

			Oxygène.	Rapports
Silice.....	42,54	53,1	27,58	9
Chaux.....	12,24	11,4	3,20	1
Magnésie.....	13,74	7,4	3,02	} 3
Oxyde ferreux...	14,56	25,6	5,82	
— manganoux		0,2	0,04	
Alumine.....	13,92	1,7		
	<u>97,00</u>			

Formule : $(\text{CaFe})\text{Si}^3 + 3\text{MgSi}^2 = \text{FeO}, \text{SiO}^3 + 3\text{MgO}, 2\text{SiO}^3$.

4° ANTHOPHYLLITE. — Substance lamelleuse, brune, gris-jaunâtre, etc., quelquefois avec des reflets bleus; éclat métallique, vitreux ou perlé, donne de l'eau par calcination; densité = 3,5; dureté = 5,5.

Se trouve en couches dans le micaschiste à Kongsberg, Norwége; Helsingfors, en Finlande; dans le Groënland, etc. L'anthophyllite est dimorphe: elle cristallise dans le système clinorhombique et dans le système ortho-rhombique.

			Oxygène.	Rapports.
Silice.....	56,74		28,54	9
Magnésie.....	24,35		9,43	3
Oxyde ferreux....	13,94		3,17	1
— manganoux.	2,38		0,52	
Eau.....	<u>1,67</u>			
	99,08			

Formule : $\text{FeSi}^3 + 3\text{MgSi}^2 = \text{FeO}, \text{SiO}^3 + 3\text{MgO}, 2\text{SiO}^3$.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES DE L'AMPHIBOLE.

— L'amphibole cristallise dans le système clinorhombique; la forme primitive est un prisme oblique ayant ses faces inclinées l'une sur l'autre de $124^\circ 30'$ et dont l'inclinaison de la base est de 105° ; les dimensions de la base et de la hauteur sont dans le rapport 4/1.

Les cristaux habituels de la hornblende sont des prismes à 6 faces portant un biseau sur les arêtes de derrière; ils sont fréquemment hémitropes. Dans

la trémolite, les prismes rhomboïdaux obliques sont surmontés d'un biseau.

L'amphibole présente deux clivages nets et faciles, souvent même brillants, parallèlement à des plans inclinés l'un sur l'autre de $124^{\circ}, 30'$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES.— L'amphibole se trouve dans les roches ignées de toutes les époques géologiques :

1° Dans les roches volcaniques, comme les laves anciennes et modernes (Hornblende), les trachytes ;

2° En filons dans le granite, la serpentine ;

3° Dans les syénites, les diorites, les amphibolites et les mélaphyres (Fassa en Tyrol) ;

4° Enfin, dans le gneiss, le schiste micacé ou les roches métamorphiques qui leur sont associées.

ROCHES AMPHIBOLIQUES.— L'amphibole pénètre parfois les schistes argileux, les colore et leur imprime une partie de ses caractères. Ces roches, ainsi modifiées par la présence de l'amphibole, sont connues sous le nom de schistes amphiboliques.

On désigne sous le nom d'amphibole compacte ou de cornéenne, certaines roches noirâtres, verdâtres, parfois violacées, à cassure compacte, irrégulière ou grenue, dont la composition se rapproche de celle de l'amphibole, contenant, du reste, dans certaines parties de l'amphibole cristallisé.

Les amphibolites, les aphanites, les diorites et les syénites sont des roches amphiboliques. (Voir notre *Guide pratique de Géologie.*)

PYROXÈNE.

2^e Espèce : *Pyroxène (H.)*. *Augite*. *Vulcanite*.

Variétés : *Mussite*, *sahlite*, *salaïte*, *fassaïte*, *maclurite*, *alalite*, *jeffersonite*, etc.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX. — La substance du pyroxène est un silicate calcique, magnésique, ferreux, contenant un peu moins de silice que l'amphibole et une plus forte proportion de chaux. L'oxyde ferreux manque dans quelques variétés incolores et abonde, au contraire, dans certaines variétés vertes ou noires. En outre, celles-ci renferment une certaine quantité d'alumine qui varie de 1 à 6 p. 0/0.

Les couleurs ordinaires du pyroxène sont le vert de diverses nuances, le gris-verdâtre, le noir.

Les pyroxènes rayent difficilement le verre ; leur densité varie de 3,2 à 3,3 ; fondent au chalumeau, ils ont, comme l'amphibole, des variétés rayonnantes, fibreuses et asbestoïdes.

Ils se distinguent des amphiboles : 1^o par une moindre proportion de silice ; 2^o par un degré moins élevé de fusibilité ; 3^o par un éclat moins vif, un aspect plus vitreux ; 4^o par leur clivage qui a lieu parallèlement aux pans d'un prisme clino-rhombique d'environ 87°.

Nous partagerons l'espèce pyroxène en quatre sous-espèces, savoir :

1^o *Diopside* ; 2^o *Hédenbergite* ; 3^o *Augite* ; 4^o *Hypersthène*.

Le diopside correspond à la trémolite, l'hédenbergite à l'actinote, l'augite à la hornblende, et l'hypersthène correspond à l'anthophyllite.

1° *Diopside (Beud). Pyroxène blanc. Alalite. Malacolithe. Cocolithe.*

Le diopside est un silicate calcique et magnésique contenant de 2 à 4 p. 0/0 d'oxyde ferreux ; la substance qui le compose est blanche, verdâtre ou incolore, transparente ou translucide, à double réfraction.

Sa densité varie de 3,25 à 3,34, raie difficilement le verre, rayée par le quartz, sa dureté = 5,5.

Le pyroxène diopside ne donne pas d'eau par calcination ; il est fusible au chalumeau, en un verre incolore ou peu coloré (blanc-gris) ; il est inattaquable par les acides ; sa solution donne les réactions calciques et magnésiques.

Ce minéral est souvent clivable parallèlement aux pans et aux bases d'un prisme rectangulaire oblique, ou bien parallèlement aux pans du prisme clinorhombique de 92°,55 et 87°, 5'.

			Oxygène.	Rapports.
Silice.	54,83		28,48	4
Chaux.	24,76	6,94	} 7,16	1
Oxyde ferreux.	0,99	0,22		
Magnésie.	18,55		7,18	1
Alumine	0,28		.	.
	<u>99,41</u>			

Formule : $\text{CaSi}^2 + \text{MgSi}^2 = \text{CaO}, 2 \text{SiO}^5 + \text{MgO}, 2 \text{SiO}^5$.

2° *Hédenbergite (Beud). Sahlite. Jeffersonite.*

L'hédenbergite est une substance verte, tirant plus ou moins sur le noir, à poussière verte, non transparente. Les variétés vitreuses sont plus dures que les autres ; raie difficilement le verre, sa densité varie de 3,10 à 3,15 ; ne donne pas d'eau par calci-

nation, fusible au chalumeau en un verre ou émail vert plus ou moins foncé.

		Oxygène.	Rapports.
Silice	49,01	23,46	4
Chaux	20,87	5,86	1
Magnésie	2,98	0,65	1
Oxyde ferreux	26,08	5,93	1
	<hr/> 98,94		

Formule : $\text{CaSi}^2 + \text{fe Si}^2 = \text{CaO}, 2 \text{SiO}^3 + \text{FeO}, 2 \text{SiO}^3$.

3° Augite (H.). Vulcanite. Basaltine.

L'augite est une substance noire, opaque, qui cristallise en prismes très courts, octogonaux ou hexagonaux terminés par un biseau bi-oblique; sa densité est de 3,35; elle est fusible au chalumeau en un verre noir brillant; associée au feldspath labradorite, l'augite forme la matière des basaltes.

		Oxygène.	Rapports.
Silice	48,00	24,93	2
Chaux	24,00	6,75	} 1
Oxyde ferreux	12,00	2,73	
Magnésie	8,75	3,39	
Oxyde manganeux	1,00	0,22	
Alumine	5,00	2,33	
	<hr/> 98,75		

Formule : $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{fe}) \text{Si}^2 = (\text{CaO}, \text{MgO}, \text{FeO}), 2 \text{SiO}^3$.

4° Hypersthène (H.). Paulite.

L'hypersthène est une substance noire, d'un éclat métalloïde, quelquefois rouge de cuivre ou gris-verdâtre avec éclat bronzé; sa texture est foliacée ou lamelleuse; sa dureté = 6; sa densité varie de 3,38 à 3,4; il fond au chalumeau en un verre ou émail noir ou grisâtre, souvent attirable à l'aimant;

il est inattaquable par les acides; il se clive en prismes rhomboïdaux d'environ 98° et 82°.

			Oxygène.	Rapports.
Silice	51,348		25,67	2
Chaux	1,836	0,52	} 12,50	1
Magnésie	11,092	4,44		
Oxyde ferreux	33,924	7,54		
Eau	0,500	.		
	<u>98,700</u>			

Formule : $(\text{Mg, fe}) \text{Si}^2 = (\text{MgO, FeO}), 2 \text{SiO}^5$.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le pyroxène cristallise dans le système clino-rhombique (5°); la forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique, dont l'angle des faces latérales est de 87° 5', tandis que la base offre une inclinaison d'environ 100°, 5'. Il offre deux clivages assez faciles parallèlement aux pans du prisme primitif.

ROCHES PYROXÉNIQUES. — Le pyroxène entre dans la composition de plusieurs roches, dont les plus importantes sont :

1° Le pyroxène grenu ou coccolite en amas stratiformes ou en couches dans les gneiss; 2° la lherzolite composée de péridot olivine, de diopside et d'enstatite, dans le lias; 3° l'ophitone en amas transversaux ou enclavés dans le sol primaire; 4° la mimosite; 5° la dolérite; 6° le basalte; 7° l'amphigénite, 8° l'hypérite, etc. (Voir notre *Guide pratique de Géologie*.)

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le pyroxène est un minéral d'origine ignée, qui se présente en filons, en amas, en cristaux disséminés ou en masses assez considérables pour former des roches.

Le diopside se trouve en filons dans les terrains de diverses natures (Ala, Mussa, Traverselle, en Pié-

mont, Alpes, Pyrénées, Finlande, Suède, Norwége). L'augite appartient essentiellement à certaines roches volcaniques ; elle entre dans la composition du basalte, de la dolérite et de certains porphyres.

Le schefférite de Michaelson est un pyroxène manganésifère du système clino-rhombique.

Appendice au pyroxène. — La diallage peut être considérée comme une sous-espèce de pyroxène.

5^e *Espèce : Diallage (H.). Bronzite. Smaragdite. Schillerspath. Diaclasite.*

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — La substance de la diallage est un silicate calcique, magnésique et ferreux ; souvent la chaux manque dans une variété connue sous le nom de bronzite ; ou bien c'est un silicate aluminique combiné avec un silicate calcique, magnésique, ferreux ; le rapport de l'oxygène de la silice à celui des bases monoxydes est 2/1.

La bronzite est un minéral vert-noirâtre, vert-clair, vert-grisâtre, brun-verdâtre foncé, d'un éclat bronzé, laminaire ou feuilleté ; sa densité varie de 3,125 à 3,2 ; elle est rayée par une pointe d'acier et par l'hypersthène ; sa dureté = 4, donne de l'eau par calcination ; au chalumeau, elle prend une couleur plus claire, sans, cependant, se fondre ; elle est difficilement attaquable par les acides.

La variété dite smaragdite paraît être un mélange d'amphibole et d'autres minéraux ; elle possède un éclat métalloïde nacré, sa cassure transversale est esquilleuse ; elle est fusible au chalumeau en un émail gris ou verdâtre.

Formule : $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Fe}) \text{Si}^2 = (\text{MgO}, \text{CaO}, \text{FeO}), 2 \text{SiO}^2$.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La diallage

crystallise, comme le pyroxène dans le système clinorhombique (5^e). La bronzite présente deux clivages sous l'angle de 87°, le plus facile a lieu parallèlement aux diagonales horizontales.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La diallage est un minéral qui se trouve en lamelles ou fait partie constituante des serpentines, des euphotides, des gabbros, des éclogites, des variolites, etc. Les dépôts serpentineux (Carniole, Styrie), les euphotides du Mont-Genèvre, du Hartz, de l'Italie septentrionale, de la Corse, contiennent de la diallage bronzée ou verdâtre.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les roches diallagiques et les diallages servent à la fabrication de divers objets d'ornement, tels que coupes, socles, vases, etc.

Les euphotides sont de belles roches diallagiques des Alpes et des Apennins.

Jades. — M. Damour, par l'examen d'un grand nombre d'objets, fabriqués par les Chinois, a été conduit à distinguer, parmi les matières que l'on désigne sous le nom de jades, deux espèces minérales différentes : le jade blanc, qui est une simple variété de l'amphibole trémolite, comme nous l'avons déjà dit, et le jade vert, qui est une espèce du groupe des wernerites (saussurite) ou très-voisine des feldpaths anorthoses (labradorite).

VII

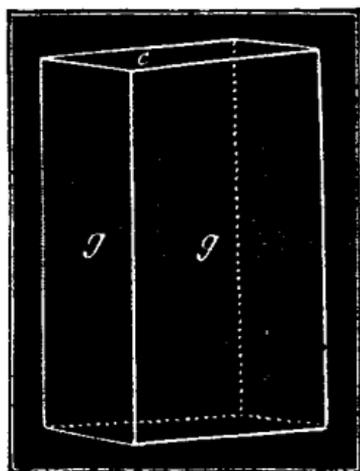
Silico-fluates.

1^{re} *Espèce : Topaze. Alumine Fluatée siliceuse. (H.). Chrysolithe de Saxe. Pyrophyssalite. (Hisinger).*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La topaze se présente

en cristaux hyalins d'un éclat vitreux, d'une couleur habituellement jaune, mais dont la nuance varie du jaune-orangé rougeâtre au jaune de vin (Brésil) et au jaune de paille (Saxe); il y en a aussi d'incolores, de bleuâtres et de verdâtres. Ces diverses colorations paraissent dues à des substances organiques très-fugaces, que la chaleur ou même la lumière solaire altère. Les topazes brûlées sont des topazes roussâtres du Brésil, chauffées dans un creuset, dans la cendre ou au bain de sable et qui ont passé par l'action de la chaleur au rouge rose et au rouge violet; elles offrent, dans cet état, de l'analogie avec le spinelle rouge, le corindon rouge et le grenat. Les topazes naturellement colorées sont trichroïtes, lorsqu'on les regarde par transparence

Fig. 143.

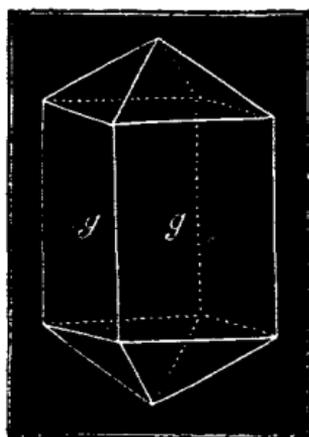


dans la direction des trois axes rectangulaires: celles du Brésil laissent voir diverses nuances de jaune, modifiées par du blanc, du rose ou du violet. La topaze raie le quartz, elle est rayée par le diamant et le corindon; sa dureté = 8; sa densité varie de 3,499 à 3,54; sa cassure en travers est conchoïdale

et inégale ; elle possède la double réfraction à deux axes positifs, dont l'angle n'est pas constant dans toutes les variétés ; elle devient électrique par la chaleur en deux points opposés : les cristaux chauffés présentent des pôles centraux en même temps que des pôles extérieurs. Par le frottement ou la pression, elle s'électrise négativement ; les variétés limpides et les lames transparentes conservent l'électricité pendant longtemps.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La topaze cristallise dans le système ortho-rhombique (4^e) ; la

Fig. 146.



forme primitive est le prisme rhomboïdal droit sous l'angle de $124^{\circ}, 20'$, dont le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $25/42$ (fig. 145).

Les cristaux de topaze ont tous la forme de prismes allongés ; les faces latérales du prisme sont constamment dominantes ; mais malgré la variété des modifications, les cristaux de ce minéral ont entre eux la plus grande analogie. On peut les réunir en trois groupes, de manière à présenter trois types différents de formes, qui sont :

1° Le prisme rhomboïdal basé, avec un anneau de facettes autour des bases. Les cristaux de topaze de

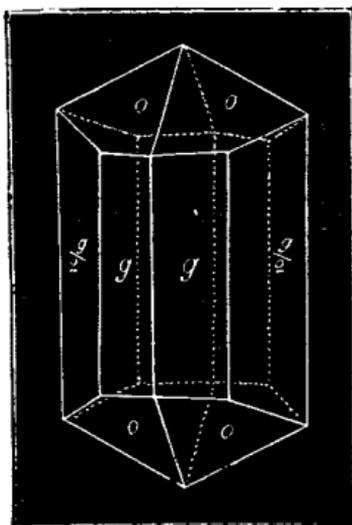


Fig. 147.

Saxe (couleur jaune-paille) appartient à cette forme ;

2° Le prisme rhomboïdal à sommet pyramidal ou

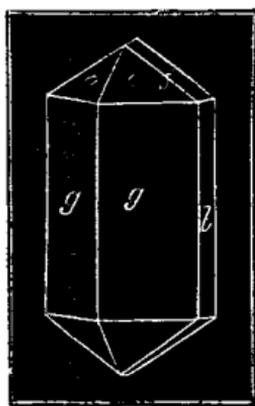


Fig. 148.

surmonté d'un pointement à quatre faces (fig. 146 et 147). Cette forme dominante est propre aux cris-

taux du Brésil (couleur orangé-rougeâtre ou jaune de vin) ;

3° Le prisme rhomboïdal terminé par un biseau ou par un dôme, espèce de sommet cunéiforme à arête horizontale (fig. 148). Topazes incolores, bleuâtres ou verdâtres de Sibérie.

Les cristaux se clivent facilement dans un sens parallèle à la base du prisme.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La topaze est infusible au chalumeau ; elle se couvre seulement à sa surface de bulles très-fines ; avec le borax, elle se fond lentement en un verre transparent ou opaque et incolore ; fondue avec le sel de phosphore, elle donne la réaction de l'acide fluorhydrique ; elle bleuit, quand on la calcine après l'avoir humectée d'azotate cobaltique ; elle n'est point attaquable par les acides ; seulement par une longue digestion dans l'acide sulfurique, il y a dégagement d'un peu d'acide fluorhydrique.

Lorsque la topaze est chauffée à la température de fusion du fer, elle éprouve une perte d'environ 23 p. 0/0 consistant en fluorure de silicium ; elle se réduit alors en un silicate aluminique infusible sans perdre sa forme. La substance de la topaze est un silico-fluate aluminique.

	Topaze de Saxe.	Topaze du Brésil.	Oxygène.	Rapports.
Silice	34,24	34,01	17,67	3
Alumine.	57,45	58,38	27,27	5
Acide fluorique.	7,75	7,79	5,67	1
	<u>99,44</u>	<u>100,18</u>		

Formule : $3 \text{AlSi} + \text{Al}^2\text{Fl} = \text{Al}^2\text{O}^3, \text{SiO}^3 + \text{AlO}^2, \text{FlO}$
ou $6 (3 \text{Al}^2\text{O}^3, 2 \text{SiO}^3) + 3 (\text{Al}^2\text{Fl}^5 + 2 \text{SiFl}^3)$.

VARIÉTÉS. — D'après les caractères physiques, on peut distinguer trois variétés principales de topaze,

savoir : 1° la topaze gemme ou noble (topazes du Brésil, de Sibérie, de Saxe).

2° La picnite ou topaze bacillaire, opaque ou seulement translucide sur les bords, qui se présente en larges prismes cannelés, accolés dans le sens de leur longueur, très-fragile en travers par suite du clivage suivant la base, d'un blanc-jaunâtre, quelquefois violacé ; densité = 3,514. Cette variété se trouve à Altenberg (Saxe), en Bohême, Norwège, Sibérie et à Mauléon, dans les Basses-Pyrénées ;

3° La pyrophysalite ou topaze prismatoïde se montre en cristaux opaques ou simplement translucides sur les bords, volumineux ou en masses opaques et pierreuses, d'un blanc-verdâtre. Les faces latérales du prisme sont distinctes, quoique peu nettes ; le clivage parallèle à la base se montre par intervalles (Finbo, en Suède, Modum, en Norwège).

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Les topazes présentent deux sortes de gisements ; on les trouve.

1° En cristaux implantés dans les cavités des roches cristallines, tant massives que schisteuses et dans les filons qui traversent ces mêmes roches, associées le plus souvent au quartz, au mica, à la tourmaline, à l'axinite, à la fluorine, au béryl, à la cassitérite et au wolfram (Brésil, Sibérie, Saxe, Bohême, Écosse, etc.). A Altenberg (Saxe), la topaze se trouve dans une pegmatite, elle y est si abondante qu'elle forme une roche particulière nommée topasfelds. A Ehrenfriedersdorf (Saxe), la topaze accompagne la cassitérite et le fer arsénical.

En Sibérie, les cristaux de topaze sont associés au quartz hyalin, au béryl et à la fluorine.

Au Brésil, les cristaux de topaze ont pour gangue une chlorite schisteuse.

2° La topaze se trouve en morceaux roulés au

milieu des alluvions anciennes avec euclase et autres gemmes (Brésil, Saxe, Écosse, etc.). Les topazes du Brésil viennent d'un lieu appelé Capao, au-dessus de Villarica, dans la province de Minas-Geraës. La plupart des cristaux sont recueillis dans les terrains d'alluvion qui avoisinent les roches de topaze.

On trouve dans les alluvions aurifères du Brésil un assez grand nombre de galets de topaze roulés, et ressemblant au quartz, d'une couleur blanc-verdâtre : on les désigne sous le nom de topazes-goutte d'eau.

Souvent dans les cristaux de topaze, on remarque des nébulosités, formées par de petites cavités renfermant un liquide très-comprimé surmonté d'une bulle de gaz. Ce liquide a été reconnu pour un carbure d'hydrogène.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les topazes sont des pierres précieuses employées en bijouterie ; mais leur valeur est inférieure à celle du diamant et de l'émeraude.

La topaze goutte d'eau est parfois employée pour imiter le diamant ; mais elle a beaucoup moins de feux. Du reste, elle se distingue du carbone cristallisé par sa double réfraction.

2^e Espèce : *Mica. Glimmer.*

Variétés : Phengite, astérophillite, damourite, séricite, lopidomélane, nacrite, etc.

On donne le nom de mica (*micare*, briller) à des substances foliacées, divisibles en feuillets minces, élastiques, à surface brillante. Leur composition est complexe ; généralement, ils contiennent de 45 à 50 pour cent de silice, 32 à 35 pour cent d'alumine,

10 à 12 pour cent d'alcali (potasse ou lithine) et de 4 à 8 pour cent d'acide fluorique.

Les micas sont donc des silico-fluates dans lesquels les bases sont l'alumine, la magnésie, l'oxyde ferreux, la potasse, la lithine. Leur formule générale est $(Al, Fe, Mg, K, Li), SiFl$. La magnésie manque dans un grand nombre de micas; ceux qui sont essentiels aux terrains granitiques en contiennent rarement; la soude n'existe presque dans aucun.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le mica est un minéral à structure lamelleuse, d'un éclat demi-métallique très-vif, à feuilles flexibles, élastiques, très-minces, diaphanes ou translucides. Ses couleurs sont très-variées; les plus communes sont les différentes nuances de blanc, de gris, de vert, de brun, de rouge, de violet et de noir. Sa dureté est moindre que celle du gypse, elle égale à 2,5, il est rayé par l'ongle; sa densité varie de 2,65 à 2,94; il jouit de la double réfraction.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le mica cristallise dans le système ortho-rhombique; la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit sous l'angle de 120° et 60°.

Les cristaux les plus fréquents sont des prismes à six faces très-aplaties, dont les angles sont de 120°. Leur base est très-éclatante; les faces verticales sont rugueuses et striées horizontalement.

Le mica a un clivage très-net suivant la base du prisme; il possède aussi des traces de clivage parallèlement aux faces latérales.

Les micas jouissent de la double réfraction; par rapport à leurs propriétés optiques, on peut les diviser en deux groupes, savoir :

1° Micas alcalins à deux axes (moscovite, lépidomé-

lane, lépidolithe, etc., et les phlogopites ou micas magnésiens à deux axes);

2° Micas magnésiens à un axe (rubellane, fuchsite, biotite).

Le tableau qui suit donne les caractères de ces deux groupes :

Prisme rhomboïdal droit de 120°.	1° MICA A UN AXE.	Répulsif.	1° <i>Biotite</i> (mica du Vésuve, de Naples, de Rome, de l'Eifel; les micas vert-foncé de Monroe, noirs de Zillerthal, foliacé de Sibérie);
	Prisme hexagonal. Feuillets laissant voir une croix noire entourée de lignes circulaires colorées dans la pince à tourmaline.		2° <i>Rubellane</i> . Brun rougeâtre (Planitz en Saxe); 3° <i>Fuchsite</i> . Mica chromifère, vert (Tyrol).
	2° MICA A DEUX AXES.		A. <i>Potassiques</i> . Lamelliforme ou foliacé : 1° <i>Moscovite</i> : $\text{KSi} + \text{mAlSi}$, c'est l'espèce la plus commune; 2° <i>Lépidomélane</i> . Mica écailleux, noir, poussière verte (St-Gothard, Bohême).
	Feuillets laissant voir les indices de deux systèmes d'anneaux colorés.		B. <i>Lithiniques</i> . Ecailleux en masse, éclat nacré ou perlé, violet; lilas, verdâtre, jaunâtre ou gris, contient de 4 à 5 pour cent de lithine et d'acide fluorique. 1° <i>Lépidolithe</i> (Rosena en Moravie, Zinnwald (Saxe), Utö en Suède; Chanteloube (France).

La moscovite, mica des granits ordinaires, présente de nombreuses variétés; on distingue le mica polyédrique, foliacé, testacé, palmé, lamelliforme.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Les diverses variétés de mica se comportent différemment au feu. Au chalumeau, le mica s'exfolie et perd sa transpa-

rence en abandonnant du fluor et de l'eau. Il est généralement infusible; quelquefois, cependant, il peut fondre légèrement sur les bords. Les variétés lithiniques donnent assez facilement une perle rosée, si cette base est en proportion un peu forte. Dans le borax, quelques variétés se dissolvent avec effervescence, les autres fondent, au contraire, avec tranquillité.

Les uns perdent leur éclat et deviennent mats, quand on les calcine en vase clos; d'autres perdent également leur transparence, mais acquièrent un éclat demi-métallique, argenté ou doré.

Quelquefois, le mica est partiellement attaquable à l'acide sulfurique ou à l'acide chlorhydrique; mais, en général, les acides sont sans action sur lui.

	1° Mica hexagonal de Zinnwald.	2° Mica foliacé noir de Sibérie.	3° Lépido- lithe de Rosena.
Silice.....	46,4	42,12	52,40
Alumine.....	18,5	12,83	26,80
Oxyde ferrique ..	20,0	10,38	"
Potasse.....	11,2	8,85	9,14
Lithine.....	"	"	4,85
Magnésie.....	"	16,15	"
Oxyde ferreux ...	"	9,36	"
— manganoux	2,3	"	1,50
Acide fluorique..	"	"	4,40

98,4

Formule : (Al, Fe, Mg, K, Li) SiFl. ou mAlSi + (K, Mg, Li) Fl.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le mica est un minéral qui appartient essentiellement aux terrains cristallins anciens; il se trouve :

1° Dans les roches cristallines ignées ou métamorphiques, telles que les granites, les gneiss, les pegmatites, les schistes micacés.

Les granits les plus anciens paraissent formés essentiellement de feldspath orthose; l'albite et l'oligoclase augmentent de proportion avec l'époque

plus moderne des roches granitiques ; enfin, les roches ignées les plus récentes contiennent du talc ou de la pennine en remplacement du mica, minéral qui renferme très-rarement de la soude ;

2° Le mica se trouve aussi dans les roches volcaniques (Somma) ; mais il ne joue qu'un rôle très-secondaire dans cette sorte de gisement ;

3° Dans les terrains primaires, il pénètre souvent les roches sédimentaires modifiées, il y forme des veinules ou se trouve disséminé dans leur masse ;

4° Enfin, on le trouve dans les terrains secondaires et tertiaires, dans les schistes, les grès, les sables, les argiles, etc. ; il provient évidemment de la désagrégation des roches micacées anciennes.

La lépidolithe se trouve à Limoges, dans un filon de quartz, associée à l'émeraude ; à Campo (île d'Elbe), à Rosena (Moravie).

Le mica devient quelquefois assez prédominant sur les autres minéraux, pour former des roches massives qui tendent à prendre une disposition feuilletée ; les principales sont : 1° le greisen ou hyalomicté ; 2° le micaschiste ; 3° la minette ; 4° la vaugnerite.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le mica à grandes feuilles de la Sibérie, connu sous le nom de verre de Moscovie (variété moscovite), est employé, en Russie, pour remplacer les vitres des vaisseaux, des lanternes.

Les variétés communes de mica sont utilisées à faire de la poudre pour l'écriture.

La lépidolithe de Rosena sert à confectionner des objets de luxe et d'ornement.

M. Rammelsberg, de Berlin, a récemment publié un travail remarquable sur la constitution chimique des glimmers ou micas (1867) ; le minéralogiste

prussien examine les échantillons provenant d'Utö, d'Easton (Pennsylvanie), de Goshen (Massachusetts), d'Aschaffenburg, de Bengale.

L'examen de ces différents micas a conduit M. Rammelsberg à établir des espèces potassiques, sodiques, lithiniques, magnésiennes, barytiques et calciques. (*Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*. — Berlin. 1867.)

VIII.

Silico-Borates.

1^{re} Espèce : Tourmaline. Schorl électrique. Apyrite. Rubellite. Sibérite.

La tourmaline est une substance qui a pour principe minéralisateur la silice jointe à 4 ou 5 et même 9 p. 0/0 d'acide borique, combinées à l'alumine, à l'oxyde ferreux, à la potasse, la soude, la lithine, et quelquefois à la chaux et à la magnésie. C'est un silico-borate d'alumine et d'une base monoxyde, soit alcalino-terreuse (la magnésie), soit alcaline (potasse, soude, lithine), contenant un peu de fluor.

M. Dufrénoy divise les tourmalines en trois groupes :

	1 ^o Tourmaline lithinique (Rouge de Rosena).	2 ^o Tourmaline sodique (Noire de Bovey).	3 ^o Tourmaline potassique (Noire de Spessart).
Acide borique.	5,74	4,11	2,64
Silice.....	43,12	33,20	36,30
Alumine.....	36,43	35,05	31,00
Oxyde ferreux.	"	17,86	23,50
Chaux.....	1,20	0,55	"
Magnésie.....	"	0,70	1,25
Potasse.....	2,41	"	5,50
Soude.....	"	2,09	"
Lithine.....	2,04	"	"

M. Rammelsberg divise les tourmalines en deux groupes :

A. TOURMALINES SANS LITHINE.

- 1^o *Tourmalines magnésiennes*. Jaunes, brunes ou brun-noirâtre (Carinthie, Zillertal);
- 2^o *Tourmalines ferro-magnésiennes*. Vert-foncé, brunes, noires (Groënland, Oural, St-Gothard);
- 3^o *Tourmalines ferrugineuses*. Noires (Oural, Andréasberg, Bavière).

B. TOURMALINES AVEC LITHINE.

- 4^o *Tourmalines ferro-manganésiennes*. Bleues ou vertes, parfois cristaux noirs (Suède, Oural, île d'Elbe, Brésil);
- 5^o *Tourmalines manganésiennes*. Incolores ou rouges, roses (Rosena, île d'Elbe, etc.).

M. Rammelsberg a signalé la présence du fluor dans la tourmaline, qu'il regarde comme remplaçant une partie de l'oxygène; il a montré que la proportion d'acide borique est de 7 à 9 p. 0/0; il a fait voir que l'oxygène de la silice est à l'oxygène de l'acide borique à peu près dans le rapport $\frac{5,5}{1}$ et à l'oxygène de tous les autres oxydes dans le rapport $\frac{5}{4}$; il a ramené les tourmalines à deux formules générales, à coefficient variable $r^5\text{Si}^2 + m\text{R}^2\text{Si}$ et $r\text{Si} + m\text{R}^2\text{Si}$, dans lesquelles m peut passer par les valeurs 3, 4 et 6; en sorte que les tourmalines seraient des combinaisons d'un bi ou d'un tri-silicate alcalin avec un mono-silicate aluminique.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La tourmaline est une substance qui se présente en cristaux ou en aiguilles cristallines, passant à la structure fibreuse; ses colorations sont très-variables; elle est ordinairement noire ou brun noir par l'exagération de la couleur verte, violette, rouge ou incolore.

Ce minéral présente des variétés nombreuses de

couleur bleu, rouge passant au rose et au violet, orangé-brunâtre, vert de diverses nuances et même d'incolores (île d'Elbe). Les variétés bleues et vertes sont souvent dichroïtes : dans les faces parallèles à l'axe, les variétés vertes sont d'une couleur feuille morte, et les noires d'un bleu céleste foncé; perpendiculairement à l'axe, les variétés vertes conservent leur couleur, et les variétés noires sont d'un éclat rougeâtre.

La tourmaline peut être parfaitement transparente, translucide ou opaque; mais le plus souvent, les cristaux opaques, qui sont très-foncés, sont translucides, quand ils sont taillés en lames très-minces. Les variétés noires et brunes sont ordinairement opaques; les autres sont complètement hyalines. Les plaques taillées parallèlement à l'axe possèdent la propriété d'éteindre l'un des rayons polarisés; il résulte de cette propriété que, lorsqu'on reçoit un rayon lumineux à travers deux plaques de tourmaline taillées parallèlement à l'axe et croisées à angle droit, la partie du croisement est obscure.

Les principales variétés de couleur sont : 1° la tourmaline incolore, achroïte (St-Gothard, île d'Elbe, dans le granite); 2° la tourmaline noire, schorl noir, c'est la variété la plus commune; 3° la tourmaline jaune (Ceylan, États-Unis); 4° la tourmaline verte (St-Gothard, Ceylan, Brésil, Vittoria); 5° la tourmaline bleue, indicolithe (Utö, en Suède, à Gosken, Inde); 6° la tourmaline rouge ou rubellite, sibérite, daourite, apyre (Rosena en Moravie, Oural, Ceylan).

La tourmaline a une cassure inégale, conchoïdale; transversalement vitreuse et quelquefois articulée; sa densité varie de 2,94 à 3 et 3,25; elle raie le quartz, mais est rayée par la topaze; sa dureté est comprise entre 7,5 et 8; elle s'électrise par la chaleur.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES ET MORPHOLOGIQUES. — La tourmaline cristallise dans le système

Fig. 149.

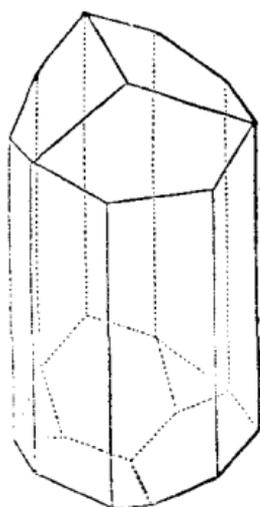
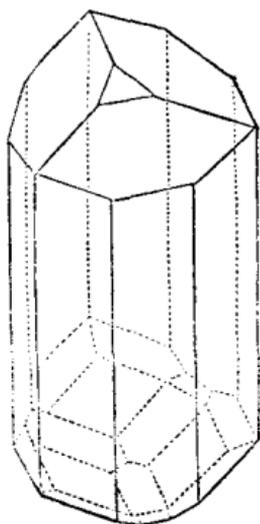
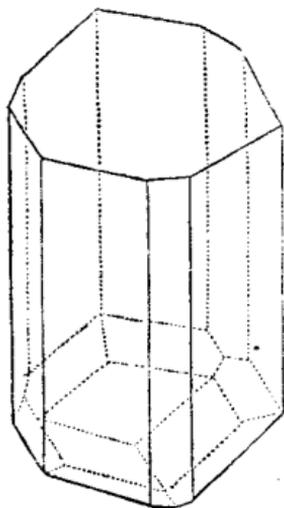


Fig. 150.



du prisme hexagonal ou rhomboédrique, en affectant des formes hémihédriques qui dépendent du

Fig. 151.



système trigonal. On y observe : 1° cinq rhomboèdres de $133^{\circ}, 50'$ à $134^{\circ}, 47'$ (fig. 149); 2° deux pris-

mes réguliers à six faces (fig. 150); 3° quatre métastatiques ou scalénoèdres (fig. 151).

Les cristaux de tourmaline sont allongés; ils affectent la forme générale d'un prisme, tantôt à six faces, tantôt à neuf, en sorte que ces cristaux offrent souvent une coupe triangulaire qui les fait facilement reconnaître (voir 1^{re} partie, à la page 53, l'hémiédrie de la tourmaline).

Les formes de la tourmaline sont hémièdres: ainsi, le prisme hexagonal, en perdant trois de ses faces, passe au prisme triangulaire.

L'hémiédrie se présente aussi dans la terminaison des cristaux; à une extrémité, on trouve souvent un rhomboèdre, à l'autre, soit la base d'un prisme, soit un autre rhomboèdre. On trouve aussi fréquemment le prisme dodécaèdre formé de scalénoèdres inverses et directs qui, par suite de l'hémiédrie, n'existant que de deux en deux sur les faces du prisme hexagonal, se réduit à un prisme hexagonal irrégulier, mais cependant symétrique.

Ce prisme hexagonal peut aussi coexister avec le prisme triangulaire. Souvent aussi les cristaux de tourmaline portent un nombre presque illimité de modifications, qui se révèlent dans la longueur par des stries, et dans la coupe par un triangle curviligne.

On trouve fréquemment des tourmalines bacillaires, formées de faisceaux de baguettes plus ou moins fixes, accolées le plus souvent dans une position sensiblement parallèle et affectant le plus ordinairement une disposition cylindroïde et triangulaire.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Les tourmalines sont plus ou moins difficilement fusibles; au chalumeau, les variétés noires et brunes se boursoufflent et fon-

dent en une scorie noire ; les variétés vertes ou rouges se boursouflent, mais ne se fondent pas ; la tourmaline rouge est complètement infusible : de là le nom de tourmaline apyre que lui a donné Haüy, pour exprimer son infusibilité.

Fondue avec de la fluorine et du bisulfate potassique, sur le fil de platine, la tourmaline colore en vert la flamme du chalumeau. La poussière des tourmalines qui ont été fondues est décomposée par une longue digestion dans l'acide sulfurique concentré. Voici trois analyses par Rammelsberg :

	1° Noire de Haddam.	2° Verte du Brésil.	3° Rouge de Paris (Maine).
Silice	37,50	38,55	38,33
Acide borique.....	7,94	7,21	9,00
Alumine.....	30,87	38,40	43,15
Oxyde manganique..	•	0,81	1,12
— ferrique.....	9,37	5,13	•
Oxydule de fer.....	•	2,00	•
Magnésie.....	8,60	0,73	1,02
Chaux.....	1,61	1,14	•
Soude.....	1,60	2,37	2,60
Lithine.....	•	1,20	1,17
Potasse.....	0,73	0,37	0,68
Fluor.....	1,78	2,09	2,58
Acide phosphorique.	•	•	0,27

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — 1° La tourmaline se trouve fréquemment dans les roches cristallines anciennes ; elle se rencontre surtout dans le granite à grands cristaux de feldspath, que l'on considère comme plus récent que le granite à grains fins, dans la Bretagne et dans le centre de la France (centre de la France, Lyonnais, Cévennes, Montagne-Noire, Pyrénées). Ce minéral se trouve le plus souvent disséminé dans la masse de la roche ou dans une pegmatite qui paraît une dégradation du granite feldspathique (Chaponost, Brignais, dans le Lyonnais, Sorèze dans la Montagne-Noire, etc.) ;

2° La tourmaline affecte un autre mode de gisement ; elle se montre fréquemment dans les roches métamorphiques ou cristallo-phylliennes ; on la trouve dans certains gneiss, les micaschistes et les talchistes, où les cristaux s'étendent sur la surface des feuilletés en y formant des veinules très-minces.

La tourmaline verte du St-Gothard est engagée dans une dolomie saccharoïde (jurassique) ; on trouve des tourmalines vertes dans la haute vallée de l'Harsach (Algérie), à 16 kilomètres à l'est de Blidah, dans un calcaire cristallin associé au gypse et à la diorite ;

3° Enfin, la tourmaline constitue, parfois, une roche particulière, connue sous le nom de schorl-rock, composée de quartz et de tourmaline et associée au minerai d'étain (cassitérite), dans le Cornouailles (St-Austles), le Hartz (Andréasberg) et la Bohême (Zinnwald).

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les tourmalines sont employées à différents usages.

La variété rouge ou rubellite est parfois employée en joaillerie pour imiter le rubis-spinelle, dont elle se distingue par la double réfraction.

La tourmaline verte est connue des lapidaires sous les noms de péridot de Ceylan (tourmaline vert-jaunâtre de Ceylan) et d'émeraude du Brésil (tourmaline vert céladon du Brésil).

La tourmaline bleue ou indicolithe sert aussi en joaillerie.

Les tourmalines rouges, vertes et bleues sont des pierres précieuses, en général peu estimées ; on a essayé souvent de les faire passer dans le commerce pour des rubis, des émeraudes et d'autres gemmes d'une plus grande valeur que les tourmalines.

Les tourmalines transparentes sont employées

pour l'étude de certaines parties de l'optique et particulièrement de la polarisation.

C'est sur la tourmaline qu'on a, pour la première fois, étudié l'électricité polaire produite par la chaleur ou pyro-électricité. C'est surtout les cristaux noirs, prismatiques, sillonnés de stries longitudinales que l'on recherche pour les expériences d'électricité. On pourrait quelquefois confondre les cristaux bacillaires et aciculaires de tourmaline avec l'amphibole ou le pyroxène; mais ils se distinguent de ces deux derniers minéraux par l'absence complète de clivage.

2^e *Espèce* : *Axinite* (H.). *Schorl violet* (Romé).
Yanolite. *Thumite*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'axinite est une substance ordinairement hyaline, vitreuse, en cristaux à bords tranchants, comme un fer de hache. Elle est ordinairement colorée en violet pâle, tirant sur le brun, par un mélange intime d'oxyde manganique, quelquefois en vert-pâle, par la chlorite; elle possède la double réfraction à deux axes; elle est trichroïte; sa densité = 3,271; sa dureté = 6,5; raie le verre et le feldspath; elle est douée de la pyro-électricité polaire.

Sa cassure est conchoïdale, son éclat est vitreux et très-vif sur les faces naturelles.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'axinite cristallise dans le système clino-édrique (6^e); sa forme primitive est le prisme clino-édrique ou prisme oblique non symétrique dans lequel :

$$P/M = 134^{\circ}, 50'$$

$$P/T = 115^{\circ}, 30'$$

$$M/T = 135^{\circ}, 25'$$

et dont les dimensions des arêtes B, C; H sont dans les rapports :: 9 : 4 : 5 (1).

La forme primitive est toujours dominante ; mais elle est souvent modifiée par des facettes sur une ou deux arêtes ou sur un angle ; on la trouve aussi en tables très-aplaties , empilées ou en masses laminaires. Les cristaux d'axinite présentent deux clivages.

L'axinite se présente aussi, parfois, en masses presque amorphes composées de cristaux enchevêtrés avec des apparences de clivage.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'axinite est un silico-borate aluminique et calcique dans lequel les quantités d'oxygène des deux acides, de l'alumine et de la chaux sont entre elles dans les rapports :: 4 : 2 : 1.

Au chalumeau elle fond avec bouillonnement en donnant un verre de couleur sombre ou d'un vert foncé ; avec le borax, elle donne les réactions du manganèse et du fer, qu'elle contient à l'état de sesquioxyde, isomorphes de l'alumine ; chauffé avec le bisulfate de potasse et la fluorine, elle colore la flamme en vert ; ne donne pas d'eau par calcination ; elle est inattaquable par les acides, mais fondue et réduite en poudre, elle forme une gelée dans l'acide chlorhydrique.

	1 ^o Oural.	2 ^o Oisans.	Oxygène.	Rapports.
Silice	43,720	43,686		22,696 6
Acide borique. . . .	5,810	5,610		1
Alumine	16,923	15,630	7,299	} 11,122 4
Oxyde ferrique . . .	10,210	9,450	2,897	
Oxyde manganique.	1,158	3,030	0,926	
<i>A reporter.</i>	77,821	77,426		

(1) Voir la note de la p. 365 (1^{re} partie) et le paragr. de la p. 54.

<i>Report.</i>	77,824	77,426		
Chaux	19,966	20,670	3,806	} 6,552 2
Magnésie.	2,213	1,700	0,638	
Potasse	" "	0,610	0,108	
	<u>100,000</u>	<u>100,406</u>		

Formule : $2(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mn})^2 \text{Si}^3 + (\text{Ca}, \text{K}, \text{Mg})^2 \text{Bo} = 2(\text{Al}^2 \text{O}^3, \text{Fe}^2 \text{O}^3, \text{Mn}^2 \text{O}^3)^2, 3\text{SiO}^3 + 2(\text{CaO}, \text{KO}, \text{MgO}) \text{BoO}^3.$

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'axinite se trouve sur plusieurs points des Alpes ; aux environs d'Allemont et de l'Armentière, dans la vallée de Chamonix, au St-Gothard : les plus beaux cristaux viennent de l'Oisans ; dans le département de l'Isère, ils se trouvent dans les filons quartzeux qui traversent les roches amphiboliques, avec l'épidote, la prehnite et l'asbeste.

Dans les Pyrénées, l'axinite se rencontre au pic d'Eredlits, à Rothau, dans les Vosges.

En Cornouailles, elle forme des nids ou des géodes dans les filons stannifères, avec le grenat et la tourmaline.

On la trouve aussi à Traseburg, au Hartz, à Thum, en Saxe, en Suède, Norvège, et dans les monts Ourals, près de Miask.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — L'axinite est quelquefois employée en joaillerie ; les belles variétés taillées fournissent des pierres éclatantes, qui ont de l'analogie avec les grenats hyacinthes et certains spinelles.

3^e *Espèce* : *Datholite* (Esmark). *Chaux boratée siliceuse* (H.). *Humboldtite* (Lévy).

CARACTÈRES. — La datholite est une substance vitreuse, blanchâtre, dont la densité = 2,98 à 3 ; dureté = 5,5 ; raie le verre avec difficulté, donne

de l'eau par calcination, fond au chalumeau avec boursoufflement en un verre transparent; sa formule = $3\text{CaBo}^2 + \text{Ca}^5\text{Si}^4 + 3\text{Aq} = 3(\text{CaO}, \text{BoO}^3) + 3\text{CaO}, 4\text{SiO}^5 + 3\text{HO}$.

La datholite cristallise dans le système orthorhombique; sa forme primitive est le prisme rhomboïdal droit de 103° , $42'$ et 76° , $58'$, plus ou moins modifié sur les arêtes et les angles.

Ce minéral se trouve : 1° dans les dépôts d'oxyde magnétique de fer en Norwége (Arendal); 2° dans les roches serpentineuses du Hartz; 3° dans les cavités des basaltes, des mélaphyres, des amygdaloïdes.

Tableau résumé des espèces du groupe des silico-borates.

- | | |
|---|--|
| { | a. Substance incolore, verte, rouge ou noire, cristallisant dans le système hexagonal avec des formes hémédriques; dureté : 7,5 à 8. <i>Tourmaline</i> . |
| | b. Substance brune, violette ou verdâtre, cristallisant dans le syst. clino-édrique; dureté : 6,5. <i>Axinite</i> . |
| | c. Substance blanchâtre, cristallisant dans le système ortho-rhombique; dureté : 5,5. <i>Datholite</i> . |

IX.

Silicates sulfurifères.

1^{re} Espèce : *Lazulite* (H.), *Outremer* (Beud.).
Lapis-lazuli. *Zéolithe bleue*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le lapis-lazuli est une substance d'une couleur bleue d'azur, qui se présente le plus souvent en masses compactes, rarement en cristaux; elle raie le verre; sa dureté = 5,5; sa densité est variable : lorsque la substance est en cristaux, elle est de 2,959; en poussière, elle est un peu moindre, elle égale alors 2,76.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le lapis-lazuli cristallise dans le système régulier ; sa forme ordinaire est un dodécaèdre rhomboïdal simple ou modifié, avec des traces de clivage parallèlement aux faces de ce solide (fig. 40).

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Sa substance est un silicate aluminique et sodique, contenant 3 p. 0/0 de carbonate calcique et 3 p. 0/0 de soufre. Le lapis-lazuli est soluble en gelée dans les acides ; au chalumeau, il fond difficilement en un globule d'abord bleu, qui devient bientôt blanchâtre ; avec le borax, il se dissout avec effervescence et forme un globule transparent.

Le lapis-lazuli du Chili, par la calcination, perd sa couleur bleue, mais la reprend par refroidissement ; chauffé au chalumeau avec le nitre, il devient d'un beau vert.

Les acides acétique, azotique, chlorhydrique le décomposent avec dégagement d'hydrogène sulfuré ; le soufre se trouve à l'état de sulfure dans le lapis-lazuli.

Silice	35,8
Alumine.	34,8
Soude.	23,2
Carbonate calcique.	3,1
Soufre	3,1

Formule : $3(2\text{NaO}, \text{SiO}^5) + \text{Al}^2\text{O}^5, 2\text{SiO}^5 + \text{NaS}$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le lapis-lazuli est disséminé sous forme de grains, de cristaux, de veines ou de petits amas dans les roches de cristallisation ou métamorphiques ; il est fréquemment entremêlé de veinules jaunes de pyrite et de veinules blanches de calcaire. Les plus belles variétés viennent de la Perse, de la Chine, du Thibet, de la petite Bucharie, de la Sibérie et du Chili. Dans les environs

du lac Baïkal, en Sibérie, le lapis se trouve en filon dans le calcaire lamelleux blanc, dans lequel il est disséminé par places. On l'a découvert récemment en Californie. Au Chili, il est disséminé dans un calcaire saccharoïde blanc, dans lequel il forme des couches assez épaisses ; ce calcaire est recouvert par des schistes argileux inférieurs à des couches calcaires avec minerais de fer et grenats.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les anciens connaissaient le lapis sous le nom de saphir ; lorsqu'il est d'un beau bleu et exempt de taches blanches, il est très-estimé comme pierre précieuse ; on le taille pour en faire des coupes, des tabatières, des plaques d'ornement et des bijoux (bagues, épingles, etc., montées en or). Mais son principal usage, c'est de fournir à la peinture la belle couleur bleue dite outremer.

Pour extraire la matière colorante de la roche, on choisit d'abord les parties le plus vivement colorées ; on les calcine, ensuite on les réduit en poudre. On mêle cette poudre avec une pâte composée de résine, de cire et d'huile de lin. Puis, à l'aide de lavages, on extrait de ce mélange une poudre fine qui est l'outremer.

On fabrique aujourd'hui un outremer artificiel, qui remplace avantageusement le lapis-lazuli naturel dans la peinture.

Les espèces minérales suivantes contiennent aussi du soufre :

- 1° Häüyne (système cubique : dodécaèdre rhomboïdal) $Al^2Si^5 + NaS$. (Dans les roches volcaniques).
- 2° Spinellane (syst. cub.) $9AlSi + 3NaSi + NaS^5$. (Dans les roches volcaniques).
- 3° Helvine (syst. cubique : cristaux tétraédriques). $MnS + (mn, fe)^2 Si + Gl^2 Si$.

CHAPITRE IV.

3^e Famille : Borides.

GENRE : BORE

Les borides sont des minéraux formés d'acide borique seul ou combiné ; ils donnent à l'alcool la propriété de brûler avec une flamme verte caractéristique ; par l'acide azotique, ils donnent un résidu d'acide borique, qui communique à l'alcool cette même propriété. Le bore n'existe, dans la nature, qu'à l'état de combinaison ; il peut être obtenu, comme le carbone et le silicium, sous trois états différents.

1^{re} Espèce : *Sassoline* (Beud.). *Acide borique hydraté. Acide boracique.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La sassoline se présente ordinairement sous la forme de paillettes blanches, nacrées, ou en petites masses formées de semblables paillettes et quelquefois en lames hexagonales à base oblique ; sa densité = 1,479, sa dureté varie de 1 à 1,5 ; sa transparence est très-faible, son éclat perlé ; elle jouit de la double réfraction à deux axes.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La sassoline se rencontre très-rarement en cristaux déterminables ; elle affecte la forme d'un prisme oblique à base parallélogrammique du 5^e système (Kenngott), ou du 6^e (Miller), avec un clivage très-net parallèlement à la base.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La sassoline est peu soluble dans l'eau ; mais elle est soluble dans l'alcool auquel elle donne la propriété de brûler avec une

flamme verte ; elle est inattaquable par les acides et liquéfiable à une très-légère chaleur, en fondant dans son eau ; elle donne beaucoup d'eau par calcination et fond à la température rouge en un verre parfaitement transparent et incolore.

L'acide borique pur et anhydre contient : oxygène 68,78, bore 31,22 ; la sassoline est formée de :

		Rapports.
Acide borique	56,37	1
Eau	43,63	1
	100,00	

Formule : Bo + Aq = BoO³,HO.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La sassoline se trouve en dissolution dans les eaux ou en efflorescences sur les bords de certains lacs de Toscane connus sous le nom de lagoni, situés principalement près de Sasso, dans le Siennois. Les lagoni les plus riches en acide borique sont ceux de Cherchiajo, de Monte-Cerboli, de Castel-Nuovo.

Le sol des lagoni est formé par les terrains crétaé ou tertiaire ; le fond est boueux et sans cesse agité par un dégagement continu de vapeurs, qui s'exhalent du sein de la terre (suffioni). Ces suffioni, ou jets de vapeurs, entraînent l'acide borique qui se dépose dans les eaux des lagoni, d'où on le retire par évaporation de ces eaux.

La sassoline se trouve aussi dans l'intérieur du cratère de Vulcano, où elle forme des croûtes blanches ou jaunies par le soufre, fibreuses ou écailleuses, de 2 à 3 centimètres d'épaisseur.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Autour de chaque centre d'éruption, on a construit, en maçonnerie grossière, des bassins glaisés, où viennent spontanément aboutir deux ou plusieurs jets de gaz et de vapeurs et où l'on dirige les eaux des sources envi-

ronnantes. Ces eaux, agitées continuellement pendant 24 heures, par les courants de vapeurs qui entraînent l'acide borique, se chargent de cet acide. Ensuite, on les fait écouler dans un bassin inférieur où elles continuent à recevoir des vapeurs souterraines.

La dissolution du dernier bassin est amenée dans des réservoirs où se dépose la plus grande partie des matières terreuses en suspension ; ensuite, on soumet le liquide surnageant à une évaporation dans des chaudières en plomb ; puis, on fait cristalliser l'acide borique par refroidissement du liquide centré, dans des cuves ou cristallisoirs. L'acide cristallisé est placé dans des corbeilles où on le laisse égoutter, puis on le sèche dans un four à vapeur.

Pour cette manipulation, on utilise la chaleur des suffioni.

L'acide borique sert à la fabrication du borax, dont les usages sont nombreux et importants ; on l'emploie pour la glaçure de la faïence fine, dite porcelaine opaque ; c'est l'agent vitrificateur des couleurs destinées à la peinture sur porcelaine et aux émaux.

Dans quelques verreries, on fait usage d'acide borique, il entre dans la composition du strass.

L'acide borique dissout les oxydes métalliques ; on l'a utilisé pour dissoudre l'alumine et la magnésie et obtenir ainsi des gemmes artificielles.

4^e Famille : Sulfurides

GENRES : SOUFRE, SÉLÉNIUM, PHOSPHORE.

Caractères distinctifs des genres du groupe des sulfurides.

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | { | a. Corps répandant des fumées ou des vapeurs blanches à l'air, odeur alliacée, flamme blanche. <i>Phosphore</i> | 2 |
| | | b. Corps ne répandant pas de fumées à l'air | 2 |

- 2 { a. Substance jaune citron ou jaune verdâtre, brûlant à l'air avec une flamme bleue et répandant une odeur caractéristique ; densité = 2,08 Soufre.
- b. Substance rouge, rouge-brun ou brune, brûlant à l'air avec une flamme bleuâtre et répandant une odeur caractéristique de rave ou de choux pourri, densité = 4,2 à 4,8 Sélénium.

1^{re} Espèce : Soufre. Sulfur.

Corps simple ou indécomposable, ayant pour formule le signe S = 16 ; équivalent en volume = 1.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le soufre est une substance simple, combustible, d'une couleur jaune-citron, d'un jaune pur ou tirant sur le verdâtre ; sa densité varie de 2,1 à 2,08 ; sa dureté (2 à 2,5) est faible, il est un peu plus dur que le gypse ; il est très-fragile, il se casse par le plus léger choc. Sa cassure est généralement conchoïde et éclatante, d'un éclat vitreux ou gras, quelque peu adamantin sur les faces cristallines. La chaleur de la main suffit même pour le faire fendre ; il fait entendre, dans cette circonstance, un craquement particulier.

Le soufre est généralement demi-transparent ou translucide, quelquefois même, il est opaque, mais sa transparence est assez sensible dans quelques cristaux ; il possède la double réfraction à un haut degré, il double les images des objets même à travers des faces parallèles ; son indice = 2,115 ; il s'électrise négativement par le frottement ; il se trouve en cristaux, en masses compactes, en concrétions réniformes, stalactiformes, tuberculeuses et à l'état pulvérulent.

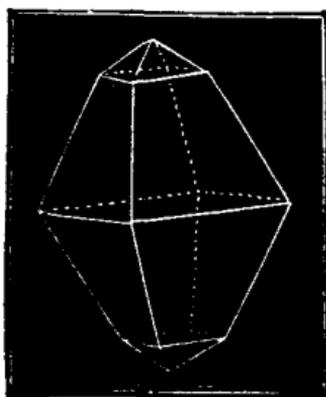
CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le soufre natif cristallise dans le système ortho-rhombique (4^e) ; sa forme primitive est le prisme rhomboïdal droit

sous l'angle de $101^{\circ}, 47', 20''$ dont le rapport d'un des deux côtés de la base à la hauteur est de $\frac{67,61}{100}$.

Les faces verticales du prisme sont rares, tandis que les faces de l'octaèdre sont fréquentes ; mais la base du prisme est, au contraire, presque constante.

Les cristaux de soufre sont des octaèdres plus ou moins modifiés ; la forme la plus fréquente est l'octaèdre basé (fig. 152) ; l'octaèdre simple (fig. 153) se trouve abondamment, surtout dans les terrains

Fig. 152.



volcaniques ; l'angle dièdre de l'arête horizontale est de $143^{\circ}, 17'$ et ceux des arêtes culminantes de $106^{\circ}, 38'$ et $84^{\circ}, 58'$.

Les formes du soufre les plus fréquentes, après l'octaèdre, sont :

1° Le soufre unitaire, octaèdre épointé, a deux des angles solides latéraux ;

2° Le soufre prismé, octaèdre tronqué latéralement sur les arêtes de la base, en sorte que les deux pyramides sont séparées par un prisme (fig. 154) ;

3° Le soufre émoussé, c'est la précédente forme émarginée sur les arêtes culminantes aiguës ;

4° Le soufre di-octaèdre, octaèdre surmonté de part et d'autre d'une pyramide quadrangulaire plus surbaissée que dans le soufre émoussé.

Le soufre présente des clivages suivant les faces verticales du prisme et des clivages parallèlement à celles de l'octaèdre.

DIMORPHISME DU SOUFRE. — Le soufre cristallisé artificiellement, par fusion, appartient à des formes

Fig. 153.

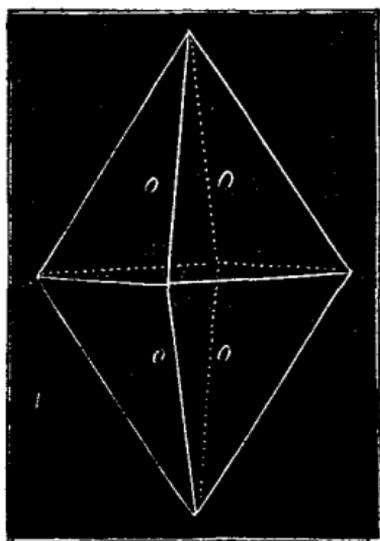
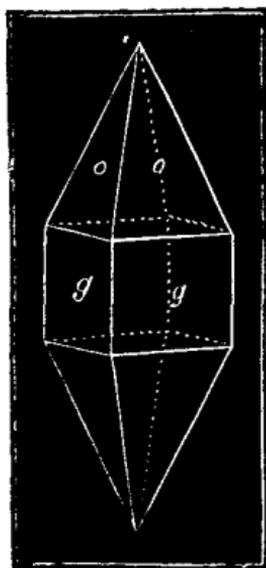


Fig. 154.



du système clino-rhombique ; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique, dont l'angle de la base $P/M = 85^{\circ}, 55', 30''$; celui des faces M, M $M/M = 90^{\circ}, 32'$.

Mais on trouve rarement cette forme simple, généralement les cristaux sont maclés. Ces cristaux changent bientôt d'aspect, deviennent opaques et friables ; ils présentent extérieurement les formes du système clino-rhombique et à l'intérieur, ils offrent la texture cristalline et les clivages du système ortho-rhombique.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le soufre fond à la température de 112° et se volatilise complètement à 400° ; par le frottement, il exhale une odeur particulière ; il est très-combustible et brûle avec une flamme bleue, en dégagant de l'acide sulfureux ; il est soluble dans le sulfure de carbone, la benzine, le naphte, les huiles grasses, etc. Le soufre présente quelquefois une couleur rougeâtre, due à une combinaison de sélénium et de soufre ; d'autrefois, il est mélangé avec des matières argileuses ou bitumineuses qui lui donnent une coloration brunâtre, grisâtre ou blanchâtre.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. GISEMENT. — Le soufre affecte différents états dans la nature ; il se présente sous la forme de soufre :

1° Cristallisé (Conilla, en Espagne, Césène, en Italie, en Sicile) ;

2° Concrétionné : 1° en stalactites de soufre fondu, d'un beau jaune passant à la couleur jaune-orangé, ou en croûtes mamelonnées (cratère de Vulcano, une des îles Lipari) ; 2° en concrétions grossières, très-caverneuses, friables et presque blanches, ou n'ayant qu'une légère teinte de jaune ; c'est le soufre thermogène (Bagnères-de-Luchon) ;

3° Compacte, en masses amorphes d'un blanc ou d'un gris jaunâtre, ou en rognons d'un gris cendré, dans les terrains tertiaires, associé quelquefois au soufre cristallisé ; en Sicile (Mazzarino), à Césène, à Malvesi, près de Narbonne ; à Radaboy, en Croatie ;

4° Pulvérulent, en poussière fine, sublimé à la surface de certaines laves, ou renfermé dans quelques substances pierreuses ; il est terreux et peu coloré, il ressemble au soufre thermogène, mais n'est pas concrétionné comme lui (Mazzarino) ; dans l'intérieur de certains silex (Doubs, Haute-Saône) ; dans les marnes argileuses de Montmartre.

L'Exposition de 1867 renfermait du soufre natif des environs d'Avignon.

Le soufre se trouve dans trois sortes de gisements, savoir :

1° En rognons disséminés au milieu des couches de terrain sédimentaire, comme les dépôts de soufre à Malvesi (Aude) ; dans les marnes tertiaires gypseuses, carrières à plâtre des environs de Meaux ;

2° Associé aux mêmes terrains, mais paraissant d'une formation postérieure à leur dépôt, en amas irréguliers, associé ordinairement à des marnes bleuâtres crétacées ou tertiaires, comme à Ternel (Aragon), où le test calcaire des lymnées, des paludines, des planorbes est remplacé par le soufre.

En Sicile, le soufre se trouve en amas, en petites couches minces irrégulières, associé au gypse, au sel gemme et au succin. Le terrain soufrier se compose de grès bitumineux à grains fins et de marnes schisteuses noirâtres, bitumineuses, contenant des lits interstratifiés de calcaire compacte ; c'est dans ces marnes que se trouve le soufre. Ces couches marneuses soufrières reposent sur la craie à hippurites et sont recouvertes, à stratification discordante, par le terrain tertiaire supérieur (pliocène).

Le soufre se trouve à Conilla (Catalogne) ; à Saliés (Basses-Pyrénées), dans une position analogue.

A Saint-Boès, près Orthès (Basses-Pyrénées), il est en petits nids et quelquefois en cristaux, au milieu des calcaires avec gypse et bitumes qui se trouvent vers les limites des terrains crétacé et tertiaire, et dans le voisinage des roches amphiboliques. Dans le calcaire métamorphique de Saint-Béat, on le trouve en petits cristaux d'un jaune citron très-pur ; enfin, on le trouve dans les silex de Poligny (Jura) ; dans les pyrites réniformes et limoneuses de Troyes.

Dans le nord de l'Europe, on trouve des gisements de soufre analogues à ceux de la Sicile, de l'Espagne, des Pyrénées ; le plus connu est celui des environs de Cracovie, dans la craie supérieure ;

3° Le soufre se trouve dans les terrains volcaniques anciens et modernes ; dans ce gisement, il paraît produit par sublimation ou par la décomposition des eaux thermales qui contiennent de l'hydrogène sulfuré en dissolution.

M. Breislack suppose que le soufre des solfatares provient de la décomposition de l'hydrogène sulfuré.

Le soufre d'un très-beau jaune se montre dans les solfatares de l'île Bourbon, de la Guadeloupe, de Pouzzoles ; dans les roches volcaniques de l'Islande, des Cordillères ; dans les trachytes du Mont Dore, les basaltes de l'île Bourbon ; à la montagne de Quito, entre Alansi et Tiscan, le quartz est traversé par un filon de soufre.

Dans les galeries de recherche ou de conduite des eaux, à Bagnères-de-Luchon, à Aix-la-Chapelle, à Aigues-Chaudes, on rencontre des dépôts concrétionnés de soufre, appelés thermogène à cause de son origine.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Depuis quelques années, la consommation du soufre a considérablement augmenté ; la production de la Sicile est devenue insuffisante, il a donc fallu extraire le soufre des pyrites de fer indigènes. Marseille s'est emparée de la nouvelle industrie soufrière ; mais les essais industriels n'ont pas répondu aux espérances qu'ont fait concevoir les essais de laboratoire.

La Sicile produit annuellement 250,000 tonnes de soufre ; les roches les plus riches, des exploitations de Sicile, donnent un rendement de 25 p. 0/0 de

soufre ; les bonnes rendent 15 p. 0/0 et les médiocres 8 p. 0/0 seulement.

Le prix moyen de la tonne vendue par les négociants est de 200 francs, à Marseille.

Le soufre sert : 1° à la fabrication de l'acide sulfureux et de l'acide sulfurique ; 2° il entre dans la composition de la poudre à tirer ; 3° on s'en sert avantageusement pour combattre la maladie de la vigne ; 4° pour soufrer les allumettes ; 5° pour le moulage des médailles et des pierres gravées ; 6° pour sceller le fer dans la pierre ; 7° enfin, la médecine l'emploie contre les affections parasitaires de la peau.

2° *Espèce : Acide sulfureux.*

C'est un produit volcanique.

3° *Espèce : Acide sulfurique.*

Il existe libre dans la nature, provenant de la décomposition des pyrites ou de la combustion du soufre par les volcans (Rio-Vinagro, grottes de l'Étna, de Zocalino, en Toscane). Voir notre *Guide de chimie industrielle*.

5° **Famille : Chlorides.**

GENRES : CHLORE.	FLUOR.	BROME.	IODE.
Cl = 35,5	Fl = 19	Br = 80	Io = 1,27

Le chlore, le fluor, le brome et l'iode ne se trouvent pas isolés dans la nature, mais ils forment de nombreuses combinaisons.

CHLORURES. — Les chlorures sont faciles à reconnaître au dégagement de fumées blanches qu'ils donnent, lorsqu'on les traite par l'acide sulfurique ; si on ajoute du sur-oxyde manganique au mélange d'acide

sulfurique et du chlorure, il se produit du chlore reconnaissable à son odeur et à sa couleur caractéristiques.

Les chlorures solubles précipitent en blanc par l'azotate argentique. Une perle de sel de phosphore saturée d'oxyde cuprique colore la flamme du chalumeau en bleu-pourpré, lorsqu'on y ajoute un chlorure.

FLUORURES. — Les fluorures chauffés avec l'acide sulfurique concentré, donnent un dégagement d'acide fluorhydrique qui attaque le verre. En chauffant dans un tube coudé, ouvert à ses deux extrémités, un fluorure avec du sel de phosphore préalablement fondu, l'acide fluorhydrique qui se dégage se condense sur les parois supérieures du tube et les corrode.

BROMURES. — Les bromures chauffés dans le tube fermé avec du bisulfate potassique et du peroxyde manganique, dégagent des vapeurs rouges de brome, dont l'odeur est caractéristique.

Une perle de sel de phosphore, saturée d'oxyde cuprique jusqu'au vert-sombre, colore la flamme du chalumeau en bleu bordé de vert par la présence d'un bromure.

IODURES. — Les iodures, dans les mêmes conditions que les bromures, donnent des vapeurs violettes d'iode. En présence des iodures, une perle de sel de phosphore, saturée d'oxyde cuprique, colore le dard du chalumeau en vert-émeraude.

CHAPITRE V.

2^o CLASSE : MÉTALLACIDES.1^{re} Famille : Arsénides.

GENRES : ARSENIC. ANTIMOINE. TELLURE.

1^{er} Genre : Arsenic.

Les composés arsénicaux chauffés avec de la soude sur le charbon, répandent une odeur alliécée; chauffés avec du charbon dans le tube fermé, ils donnent un anneau noir d'arsenic.

1^{re} Espèce : Arsenic natif.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule le signe $\text{As}=75$.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'arsenic natif se montre en masses : 1^o lamellaires; 2^o mamelonnées ou tuberculeuses; 3^o bacillaires ou en petites baguettes accolées les unes aux autres; 4^o en cristaux.

L'arsenic possède l'éclat métallique, sa couleur est le gris d'acier brillant; il se ternit rapidement à l'air; sa texture est tantôt lamellaire, tantôt grenue, quelquefois bacillaire; sa poussière est grise et métalloïde; sa densité varie de 5,7 à 5,93; sa dureté est faible, elle est de 3,5; il est très-cassant.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'arsenic donne des cristaux par sublimation; mais l'arsenic natif est très-rarement cristallisé; il cristallise dans le système hexagonal, sous la forme de rhomboédres aigus de 93° ou en tables à six faces excessivement minces résultant d'une large troncature sur les angles ou sommets du rhomboèdre.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Par le choc du marteau, l'arsenic dégage une odeur alliagée accompagnée d'un peu de fumée blanche. Il brûle au chalumeau avec une flamme bleuâtre, et se volatilise en fumées blanches avec l'odeur arsenicale caractéristique; dans le tube ouvert, il se volatilise à l'état d'acide arsénieux et à l'état métallique dans le tube fermé.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'arsenic natif se trouve exclusivement dans les gites riches en minerais arsénifères; il accompagne ordinairement l'argirose, l'argent rouge ($\text{Ag} + \text{SbS}$), le cobalt gris, le nickel arsenical (Saxe, Bohême, Hartz, Souabe, Vosges, Allemont). En France, les deux gisements les plus importants sont ceux de Sainte-Marie-aux-Mines et d'Allemont, dans l'Isère.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les usages de l'arsenic sont très-bornés; il entre dans la composition de quelques alliages; réduit en poudre, il sert à empoisonner les mouches; il sert à préparer l'acide arsénieux et quelques autres composés arsenicaux.

L'arsenic employé dans les arts est artificiel, et provient du traitement de plusieurs minerais arsénifères.

2^e *Espèce* : *Arsénite. Acide arsénieux* (voir la chimie).

3^e *Espèce* : *Réalgar. Arsenic sulfuré rouge (H.). Soufre rouge des volcans.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le réalgar est une substance d'un beau rouge-cochenille et d'un rouge orangé, quand elle est altérée par la lumière, la cha-

leur ou le frottement; sa poussière est d'un jaune orangé. Elle est très-tendre et fragile, elle s'écrase entre les doigts; sa dureté varie de 1,5 à 2, sa densité 3,5 à 3,6.

Le réalgar s'électrise négativement par le frottement, son éclat est gras; par le poli, il prend un aspect demi-métallique, sa cassure est inégale et vitreuse; sa transparence est assez nette dans les cristaux purs et intacts.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Il se trouve cristallisé et quelquefois en masses amorphes grenues; il cristallise dans le système clino-rhombique (5^e); la forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique de 74°, 26', la base étant inclinée de 104°, 12' sur les faces latérales; le rapport de l'un des côtés de la base à la hauteur est de $\frac{1,67}{47}$.

Les cristaux sont généralement surchargés de facettes; ils offrent quatre clivages, deux suivant les faces verticales de la forme primitive, et deux parallèlement aux plans diagonaux.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Sur le charbon, il brûle avec une flamme d'un jaune pâle en répandant une odeur alliagée; il est fusible et volatil dans le tube fermé, décomposé par l'acide azotique.

		Rapports atomiques.	
Arsenic.....	69,57	1,151	1
Soufre.....	30,43	0,148	1
	100,00		

Formule : AsS.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le réalgar se trouve en cristaux, dans les filons telluro-aurifères de Kapnick et Nagyag, en Transylvanie; de Neushol et de Felsobanya, en Hongrie.

Ce minéral se trouve dans les mines d'Andréasberg, au Hartz; dans la dolomie de St-Gothard; dans les roches volcaniques du Vésuve, de l'Etna, de la Guadeloupe; en Chine, en Japon.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les chinois façonnent le réalgar en pagodes, en vases, etc.

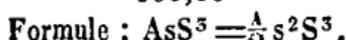
Le réalgar artificiel est employé en peinture.

4^e Espèce : *Orpiment. Orpin. Auripigmentum (Pline). Arsenic sulfuré jaune (H.)*.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — L'orpiment est une substance d'un jaune-citron très-vif et très-éclatant, ordinairement en masses lamelleuses présentant des stries longitudinales; les lamelles se séparent avec facilité, elles sont flexibles et se plient sans se casser. Son éclat est nacré, métalloïde sur les faces du clivage, résineux ou gras sur les autres faces; sa dureté = 1,5, il est facilement rayé par l'ongle; sa densité = 3,48.

Seul sur le charbon, l'orpiment brûle avec une flamme d'un jaune pâle en dégageant une odeur alliécée.

		Rapports atomiques.	
Arsenic.....	61,86	0,13	2
Soufre.....	38,14	0,19	3
	<hr/> 100,00		



CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'orpiment cristallise dans le système ortho-rhombique. La forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de 117°; 49', dont le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{50}{29}$. Mais les cristaux sont très-rares et peu nets; les plus beaux viennent de Tajowa, près de Neusohl, en Hongrie; ce sont des prismes terminés par des pointements sur les bases, comme dans la topaze.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'orpiment se rencontre dans les mêmes gîtes que le réalgar: en Saxe, Géorgie, Valachie, Hongrie, Mexique, etc. C'est du Levant que nous vient celui qui se vend dans le commerce.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — L'orpiment ou orpin jaune est employé en peinture pour imiter l'or et teindre en jaune les bois blancs, de manière à imiter certaines essences, comme le buis, par exemple.

Les Orientaux le font entrer dans la composition d'un savon épilatoire nommé rusma.

DIMORFINE. — M. Scacchi a trouvé dans les produits de la solfatare de Pouzzoles, un sulfure d'arsenic, jaune orangé (As_4S_5) passant au rouge, d'une densité = 3,58, qu'il a appelé dimorfine, à cause qu'il offre deux types de formes très-distinctes.

2^e Genre : Antimoine.

Les composés d'antimoine, chauffés sur le charbon avec de la soude, donnent un culot d'antimoine très-cassant; en même temps, il se produit des fumées blanches qui se déposent sur le charbon. Le culot se recouvre d'aiguilles blanches d'oxyde antimonique.

COMPOSÉS NATURELS D'ANTIMOINE. — Les composés antimonifères que l'on trouve dans la nature sont : 1^o l'antimoine natif = Sb ; 2^o l'antimoine arsenié ou arsénure d'antimoine = SbAs ; 3^o stibine ou antimoine sulfuré = Sb^2S^3 ; 4^o zinkénite = $\text{PbS} + \text{Sb}^2\text{S}^3$; 5^o plagionite = $4\text{PbS} + 3\text{Sb}^2\text{S}^3$; 6^o Jamesonite = $3\text{PbS} + 2\text{Sb}^2\text{S}^3$; 7^o berthierite = $3\text{FeS} + 2\text{Sb}^2\text{S}^3$;

8° antimoine rouge ou antimoine oxydé sulfuré (kermès) = $\text{Sb}^2 + 2\text{Sb}^1\text{S}^5$; 9° oxitèle ou antimoine oxydé = Sb^2O^5 ; 10° stibiconise ou acide antimoneux = Sb ou SbO^2 .

Parmi ces espèces, nous ferons seulement connaître celles qui, dans les arts métallurgiques, servent à extraire l'antimoine.

1^{re} Espèce : *Antimoine natif.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule le signe $\text{Sb} = 120$.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — L'antimoine est un métal d'un blanc d'étain ou d'argent, aigre et facile à réduire en poudre, à cassure lamelleuse, sa densité = 6,65; sa dureté = 3,5; il est fusible à 425°; au chalumeau, il fond en émettant des vapeurs blanches; il est soluble dans l'acide chlorhydrique.

L'antimoine natif est de l'antimoine presque pur avec quelques traces d'argent et de fer, quelquefois mélangé d'arsenic.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Il cristallise dans le système hexagonal; sa forme fondamentale est un rhomboèdre de 87°, 35'; des clivages ont lieu suivant les faces d'un rhomboèdre de 117°, 8'; un autre très-net perpendiculaire à l'axe ou suivant la base du prisme régulier hexagonal; en tout dix clivages.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'antimoine natif se trouve dans les filons qui traversent les terrains anciens et qui renferment des minerais arsénifères; il est fréquemment accompagné d'arsenic natif, de stibine, d'argent antimonial ou discrase, de galène. A Sahla, en Suède, on le trouve dans un calcaire

saccharoïde ; à Allemont (Dauphiné), il accompagne l'antimoine arsénifère ; on l'a rencontré à Andréasberg, au Hartz, en Bohême, au Brésil, au Mexique.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES DE L'ANTIMOINE. — La France est le pays qui produit le plus d'antimoine ; sa consommation annuelle est de plus de 200 tonnes.

Il sert : 1° allié au plomb, à la fabrication des caractères d'imprimerie et de musique ;

2° Allié à l'étain, à la préparation du métal, dit anglais, qu'on emploie pour couverts, vaisselle, théières ;

3° Du métal du Prince Robert ;

4° Enfin, il sert à la préparation de plusieurs médicaments, tels que l'émétique (tartrate potassique et antimonique), le kermès officinal, du verre doré, du verre d'antimoine, etc.

MINÉRAIS ANTIMONIFÈRES.

2° *Espèce : Stibine (Beud.). Antimoine sulfuré (H.). Antimonite (Haindinger).*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La stibine est d'un gris bleuâtre, d'un éclat métallique quelquefois très-brillant, quelquefois irisé ; sa poussière est d'un gris noirâtre, tachant fortement le papier comme le graphite ; sa densité = 4,62, sa dureté = 2, par conséquent, est rayée par le calcaire.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La stibine cristallise dans le système ortho-rhombique, sa forme primitive est le prisme rhomboïdal droit sous l'angle de 90°, 45', dont le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur est $\frac{1}{1,45}$.

Les cristaux sont surmontés d'un pointement, tantôt simple, tantôt double, ce qui les rend pyrami-

dés (fig. 154); la forme fondamentale est le rhomboctaèdre droit de $109^{\circ}, 16'$, $108^{\circ}, 10'$, et $110^{\circ}, 58'$ (fig. 153). Un clivage très-net s'observe parallèlement à la petite diagonale de la forme primitive; des clivages moins sensibles se montrent parallèlement aux faces du rhomboctaèdre; les cristaux sont généralement allongés dans le sens de leur axe. Ce minéral se présente à l'état cristallisé, en masses fibreuses, grenues, et quelquefois même compactes; on connaît des variétés cylindroïdes, aciculaires, capillaires, lamellaires.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La stibine est très-fusible, elle fond même à la flamme d'une bougie; sur le charbon, elle fond en s'entourant d'un dépôt blanc et répandant des vapeurs blanches accompagnées d'une odeur sulfureuse et disparaît entièrement; se grille au chalumeau; elle est attaquée par les acides chlorhydrique et azotique, et par la potasse bouillante.

			Rapports atomiques.
Antimoine	73,77	0,0926	2
Soufre	26,23	0,1304	3
	<hr/> 100,00		

Formule : Sb^2S^3 .

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Les filons de stibine percent les terrains primaires, schisteux ou calcaires, et les roches cristallines (granite et gneiss). (Exemples : Auvergne, Ariège, Aude, Vendée, Lyonnais, Allemagne, Angleterre, Maroc.)

En Algérie, la stibine, associée à l'antimoine oxydé (mines de Sensa, d'Harminate), se trouve en mouches, rognons, amas, veines, dans les calcaires et les argiles bitumineuses de la craie.

Dans les mines de Pereta, près de Monte-Cavallo, en Toscane, la stibine, tantôt en filons, tantôt en

amas, a pour gangue un quartz calcédonieux : le minéral et sa gangue sont éruptifs ; ils se sont comportés comme des dykes de matière soulevante.

La stibine passe quelquefois, par épigénie en conservant sa forme et sa structure, à d'autres espèces antimonifères ; par une oxydation partielle, elle se transforme souvent en kermès ou antimoine oxydé sulfuré rouge. Par une oxydation ultérieure, elle se change en oxyde blanc ou exitèle, ou bien en ocre jaune d'antimoine anhydre ou hydraté.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — La stibine sert à l'extraction de l'antimoine ; associée au graphite, elle entre dans la composition des crayons communs de mine de plomb.

3^e Espèce : Jamesonite (Haidinger). Antimoine sulfuré plombifère (H.).

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — Cette substance possède un éclat métallique ; sa couleur est le gris d'acier tirant sur le gris de plomb foncé ; sa dureté = 2,5 ; sa densité varie de 5,56 à 5,62 ; fond au chalumeau, décrépète et donne des vapeurs antimoniales.

		Rapports atomiques.	
Soufre	22,15	0,110	9
Plomb	40,75	0,032	3
Antimoine	34,40	0,043	4
Fer.	2,30	•	•
Cuivre	0,13	•	•
	<hr/> 99,73		

Formule : $3\text{PbS} + 2\text{SbS}$.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La jamesonite se présente en masses fibreuses, bacillaires ou cristallines. Elle cristallise dans le système ortho-

rhombique; sa forme primitive ou noyau est un prisme rhomboïdal droit de $101^{\circ},20'$; sa forme dominante est le prisme ortho-rhombique de $101^{\circ},30'$ et $78^{\circ},40'$. Les cristaux ont trois clivages : un très-net parallèlement à la base, les deux autres moins parfaits parallèlement aux pans et à la petite diagonale du prisme.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Ce minéral se trouve dans les mines de Cornouailles; en Espagne, on le trouve à Valentia-d'Alcantara, en Estramadure; en Hongrie, en Toscane, au Brésil.

A Pont-Vaux (Puy-de-Dôme), il contient une proportion notable d'argent aurifère.

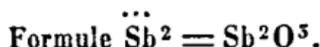
CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Minerai d'antimoine et de plomb.

4^e Espèce : *Exitèle* (Beud.). *Valentinite* (Haid).
Antimoine oxydé (H.). *Antimoine blanc* (Brong).

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — L'exitèle est blanc, gris ou jaunâtre, opaque et quelquefois translucide; son éclat est perlé sur les faces latérales et adamantin sur les faces terminales; très-fragile, sa cassure est inégale et résineuse, d'un éclat gras; sa densité = 5,6; sa dureté = 2,5, est rayé par le calcaire.

Ce minéral est fusible et volatil; il fond très-aisément, même à la flamme d'une bougie et se volatilise entièrement en fumée blanche; il est réductible en antimoine métallique à la flamme intérieure ou réductrice du chalumeau, qui se colore en vert; insoluble dans l'eau et attaqué par l'acide chlorhydrique.

		Rapports atomiques.	
Antimoine.	84,32	0,104	2
Oxygène	15,68	0,157	3
	100,00		



CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'exitèle se présente quelquefois en masses amorphes et terreuses (Allemont), en masses aciculaires (antimonophyllite) ou en cristaux rhombiques très-déliés, comme à Przibram (Bohême), Freybergen (Saxe), Sensa, en Algérie, enfin, en cristaux bien déterminés dépendant du système ortho-rhombique. La forme primitive est le prisme rhomboïdal droit, sous l'angle de $136^{\circ},58'$; les cristaux sont de petites tables rectangulaires ou des modifications placées sur les angles de la base. Un clivage très-net existe parallèlement à la base, un autre moins parfait parallèlement aux pans et à la petite diagonale.

SÉNARMONITE (DANA). — Antimoine oxydé octaédrique. C'est une variété d'antimoine oxydé, qui cristallise en octaèdre régulier (1^{er} système), clivable parallèlement à ses faces. Les cristaux sont incolores ou d'un blanc gris, d'un éclat gras ou adamantin, transparents ou translucides, cassants, leur densité varie de 5,20 à 5,25, leur dureté = 2,5.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'exitèle se trouve en Algérie, à Sensa, province de Constantine, dans le terrain crétacé représenté par des marnes compactes, noires et schisteuses; la variété octaédrique se trouve sur le versant oriental de la montagne de Hamimate, à 5,700 mètres des affleurements de Sensa.

En France, on connaît l'exitèle aux Chalanches

d'Allemont (Isère), en Bohême, à Przibram, dans la grauwacke, en Saxe, au Hartz, en Hongrie.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES.—Minerai d'antimoine.

5^e *Espèce* : *Stibiconise* (Beud.). *Antimoine ocreux*.
Acide antimonieux.

La stibiconise est une substance terreuse d'un blanc jaunâtre ou d'un jaune-isabelle, tendre et friable, sa densité = 3,77 ; elle est infusible, donne de l'eau par calcination et des fumées blanches au feu de réduction ; sa formule est $\text{S}^{\text{b}} = \text{SbO}^2$. On la trouve dans les gîtes de stibine, dans les départements de l'Ardèche, du Puy-de-Dôme et de la Haute-Vienne ; en Espagne, en Bohême, en Saxe, en Hongrie.

3^e *Genre* : *Tellure*.

Corps simple ou indécomposable, ayant pour formule le signe $\text{Te} = 64,5$.

Les tellurures donnent, dans le tube ouvert, un sublimé blanc cristallin d'acide tellureux ; ils colorent la flamme du chalumeau en bleu verdâtre.

Les minerais de tellure viennent de la Transylvanie et de la Hongrie.

COMPOSÉS NATURELS DE TELLURE. — 1^{re} *Espèce* : Tellure natif, d'un gris d'étain, de plomb passant au gris d'acier, d'un éclat métallique brillant ; densité = 6,2, sa dureté = 2,5 ; très-fusible au chalumeau, brûle avec une flamme bleue, qui verdit sur les bords, se volatilise en fumée blanchâtre et sans résidu ; soluble dans l'acide azotique ; cristallise en rhomboèdre aigu de $86^{\circ},57'$; sa formule = Te .

2^e *Espèce* : Tellure auro-argentifère, or graphique ou silvane $\text{Ag Te} + 3\text{Au Te}^3$; prisme droit rhom-

boïdal de $108^{\circ}, 1'$; densité = 5,7 à 7,5, dureté = 1,5 ; tellure = 60 + or = 30 + argent = 10.

3^e *Espèce* : Tellure auro-plombifère, mullerine (Pb, Ag) Te + Au Te ; tellure = 44,75 + or = 26,75 + Pb = 19,50 + argent = 8,50 + soufre = 0,50 ; prisme rhomboïdal droit de $105^{\circ}, 30'$; densité de 9,22 à 10,67.

4^e *Espèce* : Tellure plombo-aurifère, nagyagite, élasnose (Pb, Au) + (Te, S)² ; tellure = 32,20 + plomb = 54 + or = 9 + soufre = 4 ; prisme droit à base carrée, densité = 7,085 ; dureté 1 à 1,5.

5^e *Espèce* : Tellure bismuthifère, bornine ; Bi Te² + Bi S ; tellure = 34,60 + bismuth = 60 + soufre = 4,80 ; rhomboèdre aigu de 67° ; densité = 7,9.

6^e *Espèce* : Tellure oxydé.

7^e *Espèce* : Tellure carbonaté Te C² ; densité = 4,3.

8^e *Espèce* : Argent telluré, hessite, petzite = AgTe.

9^e *Espèce* : Plomb telluré, altaïte = Pb Te.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — On n'a rencontré les minerais de tellure que dans trois localités de Transylvanie, à Nagyag, Offenbanya et Fatzebay.

A Nagyag, la nagyagite, la mullerine, le tellure natif, la petzite forment des filons dans le porphyre dioritique qui a traversé les grès des karpathes.

La matière des filons se compose essentiellement de diallogite, de calcite et de quartz, en général ; l'or, la galène, le cuivre gris, la blende accompagnent les tellurures.

A Offenbanya, le tellure auro-argentifère (Silvane) est disséminé dans un filon de quartz ; à Fatzebay, le tellure natif, mais rare, se trouve dans une série de filons de quartz.

M. H. Sainte-Claire Deville a constaté la présence du tellure dans la célite de Suède.

Tableau résumé des espèces de la famille des arsénides.

1	{	<i>a.</i> Substance dégageant au chalumeau une odeur alliée.	2
		<i>b.</i> Substance ne dégageant pas d'odeur alliée . . .	4
2	{	<i>a.</i> Substance jaune ou rouge.	3
		<i>b.</i> Substance grise, système hexagonal, densité 5,7 à 5,9, dureté 3,5. <i>Arsenic natif.</i>	
3	{	<i>a.</i> Substance rouge, système clino-rhombique, densité 3,5 à 3,6, dureté 1,5 à 2 <i>Réalgar.</i>	
		<i>b.</i> Substance jaune, système ortho-rhombique, densité 3,48 ; dureté 1,5. <i>Orpiment.</i>	
4	{	<i>a.</i> Sur le charbon, dégagement de vapeurs sans colorer la flamme du chalumeau	5
		<i>b.</i> Coloration de la flamme du chalumeau en bleu verdâtre <i>Tellurures.</i>	
5	{	<i>a.</i> Métal cassant, d'un blanc d'argent, système hexagonal, densité = 6,65. <i>Antimoine.</i>	
		<i>b.</i> Substance grise, blanche ou jaunâtre	6
6	{	<i>a.</i> Poussière noirâtre, tachant fortement le papier ; fusible à la flamme d'une bougie <i>Stibine.</i>	
		<i>b.</i> Poussière ne tachant pas fortement le papier . . .	7
7	{	<i>a.</i> Substance d'un éclat métallique, grise, fondant au chalumeau. <i>Jamesonite.</i>	
		<i>b.</i> Substance sans éclat métallique, blanchâtre, fondant à la bougie. <i>Exitèle.</i>	

2^e Famille : Chromides.

GENRES : CHROME. VANADIUM.

1^{er} Genre : Chrome.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Cr} = 26,25$.

Les composés du chrome chauffés avec du nitre ou de la potasse, donnent du chromate potassique qui est jaune d'or.

Les oxydes de chrome colorent le borax et le sel de phosphore en vert d'herbe caractéristique.

1^{re} *Espèce* : *Chrome*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule le signe $\text{Cr} = 26,25$.

2^e *Espèce* : *Shépardite* ou *chrome sulfuré* Cr^2S^3 .

Brun noirâtre, en petits prismes fortement striés (excessivement rare).

3^e *Espèce* : *Anagénite*.

Chrome oxydé, oxyde chromique, vert, infusible au chalumeau, produit, avec le borax, un verre d'une belle couleur verte (environs d'Autun, à Halle, à Waldenburg, en Sibérie).

L'acide chromique, en s'unissant avec les bases, principalement avec l'oxyde plombeux, la potasse, forme des chromates qui ont des emplois dans les arts de la peinture et de l'industrie chimique.

2^e *Genre* : *Vanadium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Va} = 68,5$.

Les composés de vanadium au chalumeau colorent le borax et le sel de phosphore en jaune, à la flamme d'oxydation, et en beau vert au feu de réduction.

On connaît des combinaisons du vanadium avec le plomb et le cuivre ; nous en parlerons en traitant de ces deux métaux. M. H. Sainte-Claire Deville a constaté la présence du vanadium en quantité notable dans une matière argileuse du midi de la France ; du vanadium et du niobium dans la cryolithe du Groënland, du vanadium et du molybdène dans le rutile de Limoges.

3^e Famille : Molybdénides.

GENRES : MOLYBDÈNE. TUNGSTÈNE. NIOBIUM. TANTALE.
TITANE.

1^{er} Genre : Molybdène.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Mo} = 48$.

Au chalumeau, les composés de molybdène, fondus avec le borax, donnent à la flamme d'oxydation une perle blanche. Mais au feu de réduction, la perle se colore en brun-marron ou brun jaunâtre; avec le sel de phosphore, elle est bleuâtre à chaud et devient jaune à froid.

1^{re} Espèce : Molybdénite (Beud). Molybdène sulfuré (H.).

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — La molybdénite est une substance d'un aspect métallique, gris de plomb, ressemblant au graphite, sa cassure est lamelleuse, inégale, sa densité = 4,5 à 4,8, sa dureté = 1 à 1,5; elle reçoit l'empreinte de l'ongle, raie le talc; elle est molle, ductile et grasse au toucher; en lames minces, elle est flexible, tache le papier en gris métallique, les traits qu'elle forme sur la porcelaine ont une nuance verdâtre, ce qui la distingue du graphite.

Elle est infusible au chalumeau (ce qui la distingue de la stibine), elle colore la flamme en vert de serin; sur le charbon, elle donne de l'acide sulfureux et laisse un dépôt blanc d'acide molybdique; elle est attaquable par l'acide azotique avec précipité insoluble, qui bleuit, lorsqu'on le place sur une lame de zinc.

		Rapports.
Soufre	40	2
Molybdène.....	60	1
	100	

Formule : MoS_2 .

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La molybdénite cristallise dans le système hexagonal; sa forme fondamentale est le prisme hexaèdre régulier; généralement, les cristaux sont des prismes courts, simples ou modifiés sur les arêtes de leurs bases, ou des lames hexagonales planes ou courbes, ou, enfin, des petites lamelles.

Un clivage très-net et très-facile existe parallèlement à la base des cristaux.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le molybdène sulfuré, accompagné d'une gangue quartzreuse, se trouve dans les roches cristallines granitiques ou schisteuses, ou dans les gites métallifères enclavés dans ces mêmes roches : on le connaît dans les filons d'étain de Cornouailles, du Cumberland, de la Bohême, etc.

En France, on le trouve dans le greisen stannifère des environs de Limoges; dans les Pyrénées, dans les Alpes du Dauphiné et de la Savoie (Chamounix), du Piémont, du Tyrol, à Chessy, près de Lyon.

M. Piaton l'a découvert (1866) à la Meidje, dans la vallée de la Romanche, près de la Grave.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Ce minéral est employé pour la préparation de l'acide molybdique et du molybdène; on l'a quelquefois employé pour la préparation d'une couleur bleue (carmin bleu); il sert aussi dans le polissage du laiton et de l'acier.

2^e *Espèce* : *Molybdine. Acide molybdique. Molybdène oxydé.*

CARACTÈRES. — L'acide molybdique forme un enduit jaune, mince sur la surface du sulfure de molybdène; il contient 66 p. 0/0 de molybdène, formule : $M^3 = MoO^3$. Il est fusible au chalumeau avec fumée blanche; il donne, avec le sel de phosphore, un verre de couleur verte, soluble dans l'acide chlorhydrique; la solution devient bleue par l'addition d'une lame de fer.

2^e *Genre* : *Tungstène.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Tu = 92$.

Le tungstène donne, avec le sel de phosphore, au chalumeau; une perle blanche ou incolore au feu d'oxydation; humectée d'un peu d'oxyde ferrique, une perle moitié rouge, moitié bleue au feu de réduction; avec le borax, on obtient une perle blanche à la flamme oxydante, et jaune à la flamme réductrice ou intérieure.

1^{re} *Espèce* : *Tungstine ou acide tungstique.*

CARACTÈRES. — Substance blanc jaunâtre, nacrée, en cristaux cubiques sur le wolfram, infusible, insoluble dans les acides, donne un verre bleu avec le sel de phosphore, incolore ou jaunâtre à la flamme extérieure.

2^e *Espèce* : *Schéelite. Schéelin calcaire (H.). Tungstate de chaux.*

CARACTÈRES. — Blanc jaunâtre; miellé, éclat un peu gras, transparent ou translucide, densité = 6,5,

dureté = 4,5 ; difficilement fusible au chalumeau en un verre transparent ; lentement attaqué par l'acide azotique avec production d'une poussière jaune qui est de l'acide tungstique anhydre.

Cristallise dans le système quadratique ; sa forme habituelle est l'octaèdre à base carrée simple ou modifié.

Se trouve généralement dans les filons stannifères.

5^e Espèce : Schéeliline (Beud.). Tungstate de plomb.

CARACTÈRES. — Couleur brune, jaune verdâtre ou rougeâtre, densité = 8, dureté = 3 ; réductible par le charbon en oxyde plombeux ; cristallise en octaèdres aigus dérivant du prisme quadratique (Cornouailles, Saxe, Framont (Vosges), Amérique du Sud).

4^e Espèce : Wolfram. Tungstate de fer et de manganèse. (Voir au fer.)

3^e Genre : Niobium. Formule : Nb.

Les niobates colorent les fondants ; au feu de réduction, bleu violacé, incolore au feu d'oxydation.

**1^{re} Espèce : Niobite. Columbite. Baïerine
(fe, mn) Nb³.**

Noir de fer, poussière brun rougeâtre, densité de 5 à 6, système ortho-rhombique.

4^e Genre : Tantale.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule Ta = 92.

Les tantalates ne colorent point les fondants ; ils

se dissolvent en grande quantité dans la perle du sel de phosphore.

1^{re} *Espèce* : *Tantalite* (Ek.). *Bi-tantalate de fer*, Ta² ou *de fer et manganèse* (fe, mn) Ta².

Noir de fer, poussière brune, densité = 7 à 8, dureté = 6 à 6,5. Système ortho-rhombique.

5^e Genre : *Titane*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule Ti = 25.

Les composés de titane donnent, avec le borax et le sel de phosphore, au feu d'oxydation, une perle incolore ou jaunâtre, et au feu de réduction, une perle d'un bleu violet.

L'acide titanique est trimorphe et forme trois espèces distinctes.

1^{re} *Espèce* : *Rutile. Titanite. Titane oxydé rouge.* (H.)

CARACTÈRES. — La substance de rutile est l'acide titanique, rouge brun, en cristaux translucides ou opaques, à éclat métallique ou adamantin; facile à casser; densité = 4,3, dureté = 6,5, raie le verre et quelquefois le quartz, infusible au chalumeau; cristallise dans le système quadratique; la forme fondamentale est un prisme droit à base carrée, dans lequel le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{25}{16}$.

Titane	60,98	1
Oxygène.....	39,02	2
	<hr/>	
	100,00	

Formule : Ti² = TiO².

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'acide titanique se

trouve en veines ou petits filons, accompagné de quartz, de feldspath, de chlorite, de fer oligiste dans les roches cristallines, telles que granites, gneiss, micaschistes, schistes. Il est souvent associé au sphène, à l'apatite, à la tourmaline et à la fluorine. On le trouve fréquemment dans les sables qui proviennent de la destruction des roches cristallines, rarement dans les roches volcaniques.

En France, on le trouve à St-Christophe (Isère), Gourdon (Saône-et-Loire), St-Yrieix; on en connaît des gisements en Espagne, en Hongrie, Bohême, Amérique et au St-Gothard.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le rutile est le minéral du titane; il fournit l'acide titanique aux laboratoires de chimie; on l'emploie pour communiquer certaines teintes à la porcelaine et au verre.

2^e Espèce : *Anatase. Oisanite (de la Méth.).*
Octaédrite (de Sauss).

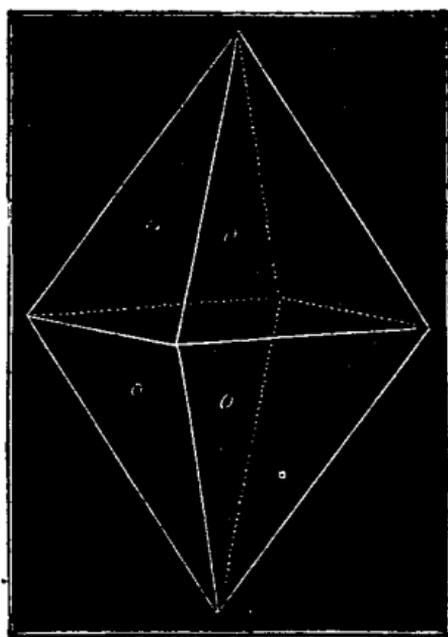
CARACTÈRES. — Acide titanique, en petits cristaux d'un bleu indigo ou d'un gris d'acier joint à un éclat demi-métallique ou même adamantin vif, quelquefois d'un rouge-hyacinthe ou d'un jaune de miel, ou d'une nuance grise ou brunâtre, transparent ou translucide, montrant la couleur en plaçant l'échantillon entre l'œil et la lumière. Densité = 3,85, dureté 5,5, fragile, raie l'apatite, rayé par le quartz; infusible au chalumeau; avec le borax, fond en un verre qui, à la flamme de réduction, devient jaune, et, finalement, d'un bleu violâtre; inattaquable par les acides.

Cristallise dans le système quadratique; la forme primitive est un prisme droit à base carrée, dans lequel le côté de la base est à la hauteur dans le

rapport $\frac{2}{5}$; la forme dominante est l'octaèdre à base carrée (fig. 155).

Cette espèce se trouve dans les Pyrénées et dans les Alpes; principalement au Saint-Gothard, dans

Fig. 155.



l'Oisans, la Tarentaise; dans les Vosges, en Norvège, au Brésil.

3^e Espèce : *Brookite* (Lévy). *Jurinite* (Soret).
Arkansite (Shép).

CARACTÈRES. — Acide titanique, d'un éclat vif, presque adamantin, d'une couleur brun rougeâtre, à poussière gris jaunâtre; densité = 4 à 4,18, dureté = 5,5 à 6. Infusible au chalumeau, inattaquable par les acides; acquérant par la calcination, la densité du rutile, donnant, par la fusion avec le sel de phosphore, une perle qui, à la flamme de réduction, se colore en bleu.

La brookite cristallise dans le système orthorhombique, la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $99^{\circ}, 50'$; la forme fondamentale est un rhomboctaèdre droit de $135^{\circ}, 37'$ et $101^{\circ}, 3'$ aux arêtes culminantes.

Se trouve dans le Dauphiné, le St-Gothard.

*4^e Espèce : Sphène. Titane silicéo-calcaire (H.).
Titane calcaréo-siliceux. Titanite.*

Variétés : Greenovite. Spinthère. Pictite. Ligurine. Spinelline.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance de couleurs très-variées; les teintes les plus ordinaires sont le vert de diverses nuances ou des mélanges de cette couleur avec le jaune, le gris et le violâtre. Les cristaux d'Arendal (variété, dite titanite) sont bruns; la variété appelée Greenovite de St-Marcel (Piémont) est colorée en rose par l'oxyde manganoux; la variété, dite spinelline ou séméline, en petits cristaux du lac de Saach, est d'une couleur jaune orangé; celle de Chamounix, dite pictite, est grise.

Le sphène est un minéral lithoïde, d'un éclat vitreux, souvent même subadamantin; sa cassure est inégale et légèrement conchoïde; transparent, translucide ou opaque, à double réfraction, pyro-électrique, fragile, sa densité = 3,46 à 3,60; dureté = 5,5.

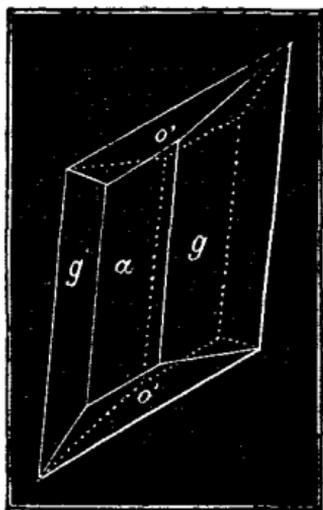
CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Cette espèce cristallise dans le système clino-rhombique; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique, dont les pans font entre eux, en avant, un angle de $75^{\circ}, 2'$, et dont la base s'incline sur ces pans de $93^{\circ}, 1'$, et sur l'axe vertical de $84^{\circ}, 58'$.

Les diverses variétés ont des formes cristallines particulières; elles se présentent ordinairement en

cristaux aplatis et tranchants sur les bords en forme de coin (fig. 156). Les cristaux de greenovite montrent immédiatement le prisme primitif comme forme dominante. La pictite se montre en petits cristaux ayant l'apparence de prismes terminés par des sommets surbaissés à quatre faces. D'autres variétés se présentent sous la forme d'octaèdres obliques à base rhombe, dont les sommets sont tronqués obliquement par rapport à la base.

Les cristaux de sphène vert de St-Gothard sont

Fig. 156.



ordinairement groupés en macles par hémitropie, par juxtaposition ou entrecroisement, en sorte qu'ils forment un angle saillant et un angle rentrant, disposition qui a fait donner à cette variété le nom de sphène en gouttière ou canaliculé.

Les clivages sont plus ou moins faciles et variables, suivant les variétés.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La substance du sphène

est un silicate calcique combiné à un silicate titanique.

Chaux.....	28,38	1
Oxyde titanique..	40,49	2
Silice.....	31,13	2
	<hr/>	
	100,00	

Formule : $\text{CaSi} + \text{Ti}^2\text{Si} = 3\text{CaO}, \text{SiO}^3 + 2\text{Ti}^2\text{O}^3, \text{SiO}^3$.

Il est fusible au chalumeau en un verre de couleur sombre ; avec le sel de phosphore , au feu de réduction , il fond en un verre violet par l'addition de l'étain ; attaquable par les acides chlorhydrique et sulfurique.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le sphène se trouve dans les roches ignées cristallines , plutoniques et volcaniques , et dans les roches sédimentaires cristallo-phylliennes ou métamorphiques.

1° Dans les roches granitiques : granite de Normandie, de Passau, en Bavière ; syénite de l'Égypte et de la Bretagne ; dans le gneiss de la Norvège et du Lyonnais, les micaschistes du Saint-Gothard et du Mont-Blanc, les protogynes des Alpes, enfin, associé au fer oxydulé (Arendal, en Norvège) ;

2° Dans les roches volcaniques, les trachytes, les phonolites du Mont-Dore, de l'Auvergne, du Vivarais, des bords du lac de Laach et des bords du Rhin ;

3° Dans les calcaires saccharoïdes de l'Ariège.

Tableau résumé des espèces de la famille des molybdénides.

- | | | | |
|---|---|---|-------------------|
| 4 | { | a. Substance colorant les fondants : borax et sel de phosphore. | 2 |
| | | b. Substance ne colorant pas les fondants, se dissolvant en grande partie dans le sel de phosphore ; noire, poussière brune ; densité = 7 à 8, dureté = 6 à 6,5 | <i>Tantalite.</i> |

- 2 { a. Substance donnant avec le sel de phosphore un verre bleuâtre à chaud, jaunâtre à froid 3
 b. Substance donnant avec le sel de phosphore une perle d'une autre couleur 4
- 3 { a. Substance gris de plomb, ressemblant au graphite, tache le papier, tache verdâtre sur la porcelaine, infusible au chalumeau, colore la flamme en vert-serin, dureté = 1 à 1,5 *Molybdénite*.
 b. Substance jaune, fusible au chalumeau, avec fumée blanche *Molybdine*.
- 4 { a. Substance humectée d'oxyde ferrique colorant le sel de phosphore en rouge et bleu 5
 b. Substance donnant avec le sel de phosphore une perle bleu-violet 6
- 5 { a. Substance blanc-jaunâtre, nacré, infusible, insoluble dans les acides, cubique *Tungstine*.
 b. Substance blanc-jaunâtre, miellée, éclat un peu gras, difficilement fusible au chalumeau, soluble lentement dans l'acide azotique avec dépôt de poussière jaune *Schéelite*.
 c. Substance brune ou jaune verdâtre ou rougeâtre, fusible au chalumeau *Schéelitine*.
- 6 { a. Substance cristallisant dans le syst. quadratique. 7
 b. Substance cristallisant dans le système ortho ou clino-rhombique 8
- 7 { a. Substance rouge-brun, infusible au chalumeau, densité = 4,3, dureté = 6,5 *Rutile*.
 b. Substance bleu indigo, gris d'acier, jaune ou rouge hyacinthe, infusible; densité = 3,85, dureté = 5,5 *Anatase*.
- 8 { a. Substance inattaquable par les acides, infusible au chalumeau, système ortho-rhombique, brun-rougeâtre, poussière gris-jaunâtre; densité = 4,18 à 4, dureté = 5,5 à 6 *Brookite*.
 b. Substance attaquable par les acides, fusible au chalumeau, système clino-rhombique, couleur variable; densité = 3,46 à 3,60, dureté = 5,5 . . . *Sphène*.

2^e DIVISION : MINÉRALISABLES.

CHAPITRE VI.

3^e CLASSE : MÉTALLOPSIDES

(Métaux proprement dits).

1^{re} Famille : Stannides. — Genres : Étain, Osmium.**1^{er} Genre : Étain.**

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Sn} = 59$. Au chalumeau, les composés stanniques, chauffés sur le charbon avec de la soude, donnent un culot d'étain très-malléable, sans enduit.

COMPOSÉS NATURELS STANNIFÈRES. — Les composés naturels qui contiennent de l'étain sont peu nombreux, ce sont : 1^o la cassitérite ou étain oxydé, qui est le seul minerai stannifère ; 2^o la stannine ou étain pyriteux, $\text{SnS} + \text{FeS} + 2\text{CuS}$, en cristaux cubiques, trouvé dans une mine d'étain de Cornouailles ; 3^o l'étain natif indiqué dans les lavages d'or de la Sibérie.

**1^{re} Espèce : Cassitérite (Beud.). Étain oxydé (H.).
Pierre d'étain.**

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La cassitérite est une substance de couleur brune passant au noir, quelquefois brun-jaunâtre clair, ou d'un gris-clair presque blanc. Les variétés de teintes claires sont transparentes ou fortement translucides. Sa cassure est inégale, conchoïde, son éclat gras ou adamantin,

vif sur les faces, vitreux dans la cassure ; sa densité varie de 6,8 à 6,9 ; sa dureté 6,5 à 7 est très-peu inférieure à celle du quartz ; raie le verre, fait feu au briquet, se casse facilement.

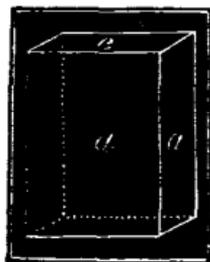
La cassitérite forme des variétés de structure accidentelle :

1° Cassitérite concrétionnée, fibreuse, vulgairement étain de bois (Mexique, Cornouailles) ;

2° Cassitérite amorphe ou granulaire, en cailloux roulés ou en grains disséminés dans les sables (Mexique, Cornouailles, Bretagne).

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La cassitérite cristallise dans le système quadratique ; sa forme primitive est un prisme droit à base carrée, dont un côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{5}{2}$ (fig. 157).

Fig. 157.

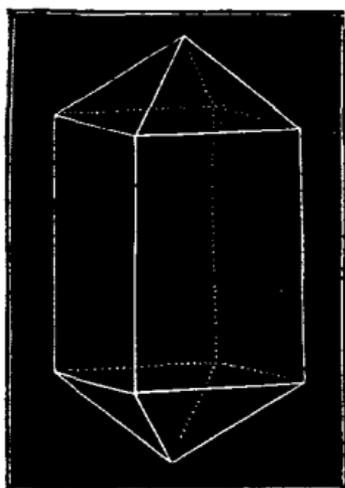


Les cristaux sont ordinairement en prismes courts, terminés tantôt par des sommets pyramidaux à quatre faces et surbaissés, tantôt par des pyramides à huit ou à un plus grand nombre de faces, et alors très-aiguës (fig. 158, 159). Les formes dominantes sont des quadroctaèdres ou des di-octaèdres scalénoédriques.

Les cristaux ont une grande tendance à se réunir par juxtaposition, de manière à former une macle ou

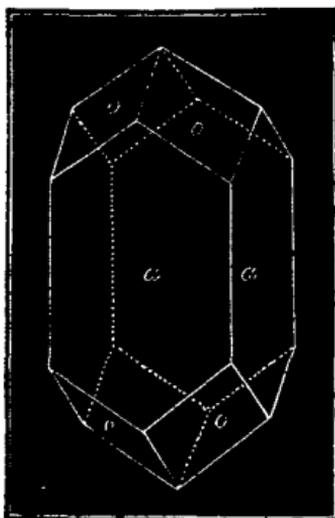
hémitropie qui détermine un angle rentrant obtus et peu profond, désigné sous le nom de bec d'étain. Les clivages sont difficiles et peu marqués.

Fig. 158.



CARACTÈRES CHIMIQUES. — La cassitérite est infusible au chalumeau ; en l'exposant à un feu de ré-

fig. 159.



duction vif et soutenu, on la ramène à l'état métallique. Avec le borax et le sel de phosphore, elle

fond très-difficilement et en petite quantité, en donnant un verre transparent ; la soude s'y combine avec effervescence sur le fil de platine, en donnant une masse boursouflée et infusible ; sur le charbon, elle se réduit et donne presque immédiatement de l'étain métallique.

La cassitérite est insoluble dans les acides azotique, sulfurique ; elle est difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique, dont la solution précipite en pourpre par le chlorure d'or.

			Rapports.
Étain.	77,50	0,105	1
Oxygène.	21,50	0,215	2
Oxyde ferrique . .	0,25		
Silice	0,75		
	<u>100,00</u>		

Formule : $\text{Sn}^2 = \text{SnO}^2$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La cassitérite présente deux modes de gisements : 1° elle se trouve en filons, en amas dans les granites et les terrains primaires. Les filons stannifères sont coupés et même rejetés par les filons des autres substances métallifères qui les avoisinent, tels que les filons plombeux et cuivreux. Ils sont constamment à la proximité des granites. Les gangues qui accompagnent la cassitérite sont des minéraux essentiels au granite, ce sont : la chlorite, la stéatite, l'amphibole, l'émeraude, avec la tourmaline, le mica, l'axinite, la topaze.

Les principales exploitations d'étain sont situées dans le comté de Cornouailles, en Angleterre ; à Altenberg, en Saxe ; à Zinnwald et Schlackenwald, en Bohême ; à Banka, dans les Indes ; dans les districts de Guanaxuato et de Zacatecas, au Mexique. On connaît quelques gîtes en Espagne (Monte del Rey).

En France, la cassitérite a été reconnue en filons

à Vaulry, près Limoges (Haute-Vienne), à Pyriac, près de Nantes, à Villeder (Morbihan), à Montebras (Creuse), associée à l'or et au tantale. Ces gisements sont analogues à ceux de Cornouailles et de la Saxe.

Le gîte de Villeder consiste en un système de filons quartzeux placés au contact des granites et des schistes anciens ; la direction principale de ces filons est nord nord-ouest ; d'autres sont obliques aux premiers et jalonnés sur une ligne qui oscille autour de nord-ouest.

2° L'étain d'alluvion ou de lavage (Stream-works) est un minerai plus pur que celui des filons ; l'étain métallique qu'il produit est recherché à cause de sa pureté. Il se trouve dans les parties les plus basses des dépôts alluviens ; il provient évidemment de la désagrégation des filons ou amas ; on le trouve en Cornouailles, en Saxe, Bohême et dans les Indes, à Banka et à Malacca ; en Bretagne, à Pénestin, sur la rive gauche de la Vilaine.

Le tungstène, le molybdène, le tellure, le platine, l'or, le cobalt, le nickel et quelquefois le fer accompagnent la cassitérite.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — La production totale de l'étain est annuellement d'environ 75,630 quintaux métriques, qui se répartissent ainsi qu'il suit : Saxe, 1,245 quintaux métriques ; Bohême, 623 quintaux métriques ; Angleterre, 40,000 quintaux métriques ; Indes, 33,762 quintaux métriques.

Le prix de revient moyen de l'étain raffiné est de 1,004 à 1,005 fr. la tonne ; le prix de vente varie de 2,500 à 3,000 et même 3,500 fr. la tonne.

L'étain métallique est employé : 1° pour l'étamage des glaces ; 2° les soudures ; 3° la poterie d'étain ; 4° les ferblancs ; 5° les bronzes.

2^e Genre : *Osmium*.

Corps simple ou indécomposable, ayant pour formule Os = 99,5.

Les composés osmiques, chauffés au chalumeau, répandent des vapeurs d'acide osmique d'une odeur pénétrante, qui enlève l'odorat momentanément. Métal infusible, densité = 23, se trouve dans les gîtes platinifères.

2^e Famille : **Aurides.**

GENRES : OR. IRIDIUM.

1^{er} Genre : *Or*.

Les composés auriques, au chalumeau, sont décomposés par la chaleur seule ; sur le charbon, ils laissent un enduit d'or métallique, que l'on peut fondre en culot.

COMPOSÉS NATURELS AURIFÈRES. — 1^o Or natif ; 2^o électrum, alliage d'or et d'argent ; 3^o or palladié ; 4^o auro-poudre ; 5^o alliage d'or et de rhodium ; 6^o amalgame d'or natif.

1^{re} Espèce : *Or natif. Electrum. Gediegen Gold.*

Corps simple ou indécomposable, ayant pour formule le signe Au = 98,2.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — L'or natif est de l'or métallique presque pur, mélangé quelquefois d'une certaine proportion d'argent, avec des traces de cuivre et de fer. Sa couleur est le jaune pur de l'or, passant quelquefois à des nuances plus pâles, comme le jaune de laiton, il est vert par

transparence ; éclat métallique peu brillant sur ses surfaces naturelles ; mais acquérant un vif éclat par le polissage ; sa cassure est inégale, crochue et déchirée ; très-malléable, très-ductile et très-tenace ; il est plus tendre que l'argent, mais plus dur que l'étain et le plomb ; sa dureté = 2,5 ; sa densité varie de 15 à 19 ; celle de l'or pur et écouli est de 19,37.

Il est fusible au chalumeau et inattaquable par les acides simples (azotique, sulfurique, chlorhydrique, etc.) ; il est soluble dans l'eau régale.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'or cristallise dans le système cubique, sa forme primitive est le cube ; les formes simples sont des octaèdres et des dodécaèdres rarement isolés, quelquefois groupés sous forme de rameaux ; leurs faces, généralement ternes, sont presque toujours arrondies. Certains cristaux, appelés triformes, présentent une association du cube, de l'octaèdre et du dodécaèdre ; les cristaux d'or n'offrent pas de clivages sensibles. L'or se montre aussi à l'état de lames, de dendrites, de filaments, de grains ou paillettes, nommés pépites, dont le poids va quelquefois jusqu'à plusieurs kilogrammes. Le Muséum possède une pépité qui pèse 500 grammes ; celle trouvée à Miask (en 1826), pèse 10^k,118 ; dans la même localité, en 1842, on a trouvé une autre pépité du poids de 36^k,020, dont la valeur estimée à 3,100 fr. le kilogr., montait à 111,662 fr. ; à l'Exposition de Paris, en 1855, il y en avait une pesant 42 kilogr.

COMPOSÉS AURIFÈRES. — L'or forme des mélanges ou des combinaisons naturelles avec l'argent, le palladium, le rhodium, le mercure ; il se trouve aussi, dans certains gîtes, combiné au tellure ou disséminé dans les filons de pyrites.

ELECTRUM. — L'électrum est un alliage natif d'or et d'argent, d'une couleur jaune d'or ou d'un blanc-jaunâtre, en filaments déliés, en masses ramuleuses et lamelliformes que l'on trouve à Schlangenberg et dans d'autres gîtes de la Sibérie; à Santa-Rosa (Amérique); en Transylvanie; la proportion d'or varie de 60 à 98 p. 0/0.

OR PALLADIÉ. — C'est un alliage natif d'or et de palladium, contenant en moyenne 25 p. 0/0 d'or, d'une couleur jaune très-pâle ou blanchâtre, disséminé dans une roche quartzeuse mélangée de fer oligiste et d'oxyde manganique (zacotinga et iocotinga). On trouve cet alliage à Gongo-Socco, au Brésil; on en sépare le palladium par le traitement à l'acide azotique qui laisse l'or indissous, tandis qu'il attaque le palladium. De 1836 à 1840, on a traité 12,000 kilogrammes de cet alliage par an, ce qui a donné en moyenne 3,000 kilog. d'or.

AURO-POUDRE. C'est un autre alliage natif d'or et de palladium qui vient de Porper, dans l'Amérique Méridionale et qui se présente en petits grains cristallisés, d'un jaune d'or, il contient : or = 85,98; palladium = 9,85; argent = 4,17.

ALLIAGE D'OR ET DE RHODIUM. — Cet alliage, d'une couleur jaune sale très-clair, a été trouvé dans les lavages de platine de la Colombie; il renferme de 34 à 43 p. 0/0 d'or; sa densité varie de 15,5 à 16,8.

AMALGAME D'OR NATIF. OR BLANC DE COLOMBIE. — Cet amalgame naturel est d'une couleur blanc-jaunâtre, en aiguilles cristallines ou en veines dans une diorite bréchiforme (en Colombie, Californie, Aus-

tralie); il contient : or = 38,39 ; argent = 5 ; mercure = 57,40 ; sa densité = 15,47.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. GISEMENTS. — L'or natif présente trois sortes de gisements : 1° il forme des gîtes spéciaux (gîtes de contact) consistant en lits ou petites veines disséminées dans des schistes cristallins ou d'autres roches métamorphiques, surtout dans les parties de ces roches voisines des diorites, des serpentines et des porphyres éruptifs. (Exemple : mine de Gongo-Socco, au Brésil).

2° L'or se rencontre aussi dans les filons pierreux ou métallifères qui traversent les roches cristallines ou cristallo-phylliennes. Ces filons ne sont, le plus souvent, que des filons quartzeux dans lesquels sont disséminées, de loin en loin, des veinules ou des filets d'or (exemples : filons de la Californie et de l'Australie, de Salzbourg, filon de la Gardette, dans l'Isère).

3° L'or natif est ordinairement disséminé en grains ou en paillettes dans des terrains d'alluvion superficiels, formés de sables quartzeux et ferrugineux, et souvent aussi gemmifères et platinifères. Ce genre de gisement porte le nom de lavage d'or ; le produit du triage est la poudre d'or (exemples : Brésil, Californie, Australie, Sibérie, Colombie, Mexique, Chili, Afrique ; en France : Ariège, Salat, Garonne, dans les Pyrénées ; Rhin, Rhône, Gardon dans les Cévennes).

Les 90/100^e de l'or livré au commerce annuellement sont fournis par les lavages. Les alluvions aurifères se rencontrent ordinairement dans les vallées ouvertes, au milieu des montagnes à roches cristallines, dans lesquelles l'or existe ou a existé en filons ou en veines. C'est à la destruction de ces gîtes primitifs qu'est attribuée la dispersion de l'or

dans les dépôts formés par leurs détritits, dépôts constitués par des sables quartzeux et ferrugineux, provenant de la désagrégation du quartz, du fer oligiste et hydroxydé avec lesquels l'or se trouve associé dans les filons.

Les gisements primitifs de l'or se sont formés à une époque relativement moderne ; les filons, d'où sont venus les grains roulés avec les sables, ne remontent pas à une époque bien ancienne, puisque l'or en paillettes ne se rencontre pas dans les roches qui proviennent des détritits des terrains créacé, jurassique et primaire. C'est à la fin de la période tertiaire que les émanations aurifères se sont produites dans l'Oural, la Californie, etc. ; leur apparition est contemporaine dans l'Oural, des roches éruptives dont le surgissement a imprimé à cette chaîne son dernier relief et aux bassins hydrographiques, leur dernière configuration.

MINES D'OR. — Toutes les exploitations aurifères peuvent se partager en deux classes : 1° mines souterraines établies sur des couches ou des filons en place, traversant les roches anciennes ou faisant partie de filons pierreux ; 2° les lavages des sables aurifères.

Mines souterraines. — Les filons aurifères sont exploités souterrainement au Brésil, à la Californie, en Australie, en Europe et en Sibérie, et, enfin, dans le continent africain.

1° **BRÉSIL.** — Au Brésil, l'or est disséminé en assez grande quantité dans les roches quartzo-ferrifères, connues sous le nom de zacotingo et iacotinga. Elles sont composées de quartz, d'oligiste en lames ou en feuillets micacés, ce qui constitue des

espèces de quartzites schisteuses, ferrifères ou manganésifères.

Les roches aurifères paraissent se lier inférieurement à des roches métamorphiques, à des schistes argileux ou talqueux, et à d'autres quartzites micacés avec talc (itacolumites) et à de véritables micaschistes.

Ce terrain en couches relevées est pénétré çà et là par des masses de roches éruptives, telles que : granite à grains fins, diorites, serpentines, filons de quartz. L'or est surtout concentré dans les roches chargées de fer oligiste ou de manganèse oxydé et carbonaté.

Les exploitations de ces roches aurifères sont à Gongo-Socco, à Villarica, à Taquary ; leur produit annuel est en moyenne de 3,000,000 de francs.

2° CALIFORNIE. — Le bassin aurifère de la Californie, découvert en 1848, s'étend des montagnes rocheuses (Sierra-Nevada) à l'est, jusqu'à la mer qui le termine à l'ouest ; il comprend toute la vallée du Sacramento.

Les montagnes, qui encaissent cette vallée de tous côtés, sont composées de roches anciennes à leur base, surmontées d'un calcaire compacte assez moderne, et couronnées, sur beaucoup de points, par des roches trachytiques.

Les filons quartzo-aurifères se trouvent près de la limite des roches anciennes et des calcaires modernes : c'est dans ces filons quartzeux, qui pénètrent dans les granites, les porphyres, les serpentines, ou dans les schistes talqueux de la Sierra-Nevada, que l'or se trouve en grains, en nids, en petites plaques, etc.

Une veine de quartz aurifère qui donne un produit de 180 à 200 fr. par tonne de minerai, est une

affaire satisfaisante. En moyenne, un filon de quartz qui contient de 60 à 70 grammes d'or par 1,000 kilog., est exploitable; on l'abandonne, quand il ne donne que 50 grammes. On exploite des sables aurifères qui rendent 2^k,210 d'or par 1,000,000 de kilog. de sable. Un filon de quartz aurifère, pour être exploitable avantageusement, doit être, en moyenne, vingt fois plus riche que le sable des lavages.

Les filons d'or de la Californie, par leur destruction, ont produit l'alluvion aurifère. Dans le comté d'Awidor, les pyrites aurifères abondent dans des veines de quartz encaissées dans un schiste argileux jurassique. Aujourd'hui, l'exploitation des lavages est presque abandonnée, et l'attention des mineurs se porte sur les veines de quartz régulières; celles de Grass-Valley rendent plus de 207 fr. par tonne.

3° AUSTRALIE. Les gîtes de l'Australie ont été découverts en 1847; mais ils n'ont attiré l'attention des exploitants que vers 1851.

Les filons aurifères de cette contrée sont aussi à gangue de quartz; ils sont situés dans les schistes primaires et rarement dans le granite. Dans la colonie de Victoria, on exploite plusieurs veines de quartz aurifère.

4° EUROPE. — En Europe, on connaît de nombreux filons aurifères; mais le métal précieux s'y trouve si peu abondant, que leur exploitation n'est pas fort lucrative; même quelques-uns de ces filons ont cessé d'être exploités depuis les découvertes de l'or de la Californie et de l'Australie. Voici les principaux gîtes européens: 1° filon de quartz aurifère de la Gardette, près du bourg d'Oisans (Isère), traverse le gneiss; 2° pyrite cuivreuse aurifère, à

la mine de Rammelsberg, dans le Hartz; 3° pyrites cuivreuses aurifères, aux mines de Bérifof (Ourals), de Macugnagna (Piémont); 4° dans les mines de Königsberg, de Schemnitz, Felsöbanya, Telkobanya, en Hongrie, l'or est allié à l'argent; 5° en Transylvanie (mines de Kapnik, Vöröspatak, Offenbanya, Zalathara, Nagyag), l'or, associé au tellure, forme des filons qui traversent des roches syénitiques ou dioritiques; 6° on connaît aussi des filons aurifères pyriteux à Salzbourg, en Autriche, à Freyberg, en Saxe.

5° AFRIQUE. — Autrefois, l'Afrique fournissait la plus grande quantité de la poudre d'or livrée au commerce; on connaît les mines de Kordofan, entre le Darfour et l'Abyssinie, et les produits qui nous viennent du Sahara, de la Nigritie et de la Guinée; mais ces produits n'ont pas une grande importance comparés à ceux qui viennent de l'Amérique.

Lavages d'or. — La plus grande partie de l'or de lavage est en grains fins ou en paillettes, ce qui constitue la poudre d'or. Les fragments d'un certain volume sont les pépites.

Le Rhin roule des sables aurifères, surtout entre Bâle et Manheim; l'or paraît provenir de la molasse tertiaire des Alpes, et primitivement des roches schisteuses cristallines, quartzites et schistes amphiboliques de cette chaîne. Entre Bâle et Manheim, on extrait annuellement, en moyenne, pour 45,000 fr. d'or. Ce métal se trouve aussi dans les sables du Rhône; autrefois, il y avait des lavages à Miribel, Lyon, Givors, Condrieu, etc.

L'Ariège charrie des sables fins aurifères, avec fer oligiste, magnétite, quartz, grenats, corindons; mais les orpailleurs des environs de Pamiers ne

livraient au commerce qu'une quantité insignifiante d'or.

LAVAGES DE LA GUYANE FRANÇAISE. — Les gisements aurifères de la Guyane française sont situés sur la rive droite de l'Arataya, à 25 ou 30 lieues de Cayenne. Les grains d'or contenus dans les sables sont moins roulés que ceux de la Californie et de l'Australie ; ils ont une plus grande épaisseur et sont moins riches en argent et plus riches en or ; certains échantillons ont donné 94 p. 0/0 d'or et 6 d'argent.

LAVAGES D'OR DE LA RUSSIE. — La Russie possède d'importants lavages d'or, qui livrent au commerce annuellement plusieurs milliers de kilogrammes de cette matière précieuse. Ces lavages appartiennent les uns à la chaîne de l'Oural, les autres à celle de l'Altaï.

1° ALLUVIONS AURIFÈRES DE L'OURAL. — Les alluvions aurifères appartenant à la chaîne de l'Oural, sont situées sur le versant asiatique, elles s'étendent entre les rivières d'Atléan, Miass et Oûï, sur une longueur de 50 kilomètres environ ; elles donnent en moyenne 4 kilogrammes d'or pour 1,000,000 de kilogrammes de sable ; quelquefois, cette richesse s'élève jusqu'à 25 kilogrammes ; mais aussi elle descend, dans quelques lavages, jusqu'à 2 kilogrammes.

2° ALLUVIONS AURIFÈRES DE L'ALTAÏ. — Les alluvions aurifères appartenant à la chaîne de l'Altaï, présentent quatre districts ou groupes de lavages qui se rattachent chacun à un des grands fleuves qui prennent leurs sources dans ces montagnes, savoir : l'Amma, le Tomsk, l'Yénissé et la Lena.

La richesse des sables aurifères varie de 8^k,32 à

2^k,21 pour 1,000,000 de kilog. de sable. Au-dessous de ce rendement, les sables ne sont pas exploitables avec bénéfice.

LAVAGES DE LA CALIFORNIE. — Le bassin aurifère de la Californie comprend toute la vallée du fleuve Sacramento, qui prend naissance dans les montagnes Rocheuses et se jette dans l'Océan, au port de San-Francisco. Le San-Joaquin, qui se réunit au Sacramento vers le 38^e degré, et qui longe les monts californiens, complète ce vaste bassin aurifère. Les placers ou exploitations les plus riches sont situés sur les bords de la rivière Américaine, de la vallée de l'Ours, d'Yuba, de la Plume, des Trois-Buttes. Les placers de San-Joaquin sont moins riches; cependant, il y en a quelques-uns de très-importants dans la vallée de Mariposa.

LAVAGES DE L'AUSTRALIE. — Les alluvions aurifères de l'Australie se présentent dans des conditions analogues à celles de la Russie et de la Californie; elles se trouvent sur les pentes des montagnes Bleues, qui forment la côte orientale de l'Australie, depuis la baie de Schloal jusqu'au détroit de Bass. Cette grande chaîne est cependant séparée du rivage par une large bande du terrain primaire; le véritable gisement de l'or est sur le revers occidental des montagnes, qui regarde l'intérieur des terres australiennes. Les placers les plus nombreux et les plus riches sont groupés dans de petites vallées, affluents des trois grandes rivières qui arrosent l'Australie, le Darling, le Lachlan, le Murrumbidgee.

L'or se trouve dans les alluvions de l'Australie : 1^o en paillettes et en pépites disséminées dans l'alluvion, et concentré sur certains points par des

lavages naturels; 2° à l'état désagrégé, c'est-à-dire concentré sur place, sans transport, par une décomposition successive des filons aurifères par l'action lente des agents naturels.

Les grains d'or d'Australie contiennent moyennement 90 p. 0/0 d'or, 8,40 d'argent et 0,60 de métaux divers.

A Victoria, les principaux gisements d'alluvions aurifères sont exploités à Ballarat, Castlemaine, Sandhurst, Dunolly.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — La production annuelle de l'or est soumise à de nombreuses fluctuations; dans certaines années, elle a été évaluée à plus de 600,000 kilogrammes, répartis comme il suit :

Californie	250,000 kilog.
Australie.	300,000
Oural.	30,000
Amérique du Sud.	35,000
Piémont	134
Espagne	20
Allemagne	2,000
	<hr/>
	617,154

En 1846, avant la découverte des gisements aurifères de la Californie, la production a été de 125,500 kilogrammes et celle de l'argent de 879,047 kilogrammes. Le kilogramme d'or pur vaut 3,444 fr.; celui de l'argent 222 fr., ou bien, l'or vaut 15 fois 1/2 autant que l'argent; l'or des lavages ou provenant des filons, vaut environ 3,600 fr. le kilogramme.

L'or a de nombreux usages, on l'emploie pour la monnaie et la fabrication des bijoux, ainsi que pour la dorure sur métaux, sur bois, porcelaine, faïence, émail, etc. En physique et en chimie, il sert, comme le platine, à faire des instruments ou organes inoxydables. Le platine, à cause de son prix moins

élevé, est plus fréquemment employé à ces derniers usages (1).

2° Genre : *Iridium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour symbole Ir = 98,5 ; ses sels sont décomposés au chalumeau par la chaleur seule.

1^{re} Espèce : *Iridium natif*. *Osmiure d'iridium*.

CARACTÈRES. — Substance d'un gris de fer, gris d'acier pâle ou gris bleuâtre, d'un éclat métallique, malléable ; dureté = 7, densité = 19,5 à 21, contenant une proportion notable d'osmium et de 3 à 6 p. 0/0 de ruthénium ; associée au minerai de platine ; cristallise dans le système hexagonal. L'iridium est plus difficile à fondre que le platine ; il ne peut être fondu qu'avec le chalumeau à gaz en employant un mélange d'oxygène et d'hydrogène ; allié au platine, il donne un alliage plus inattaquable par l'eau régale que le platine seul.

3^e Famille : **Platinides**.

GENRES : PLATINE. RHODIUM.

1^{er} Genre : *Platine*.

Corps simple ou indécomposable, ayant pour formule Pt = 98,5.

Les composés platinifères se décomposent par la chaleur seule et laissent du platine en éponge, infusible à la flamme du chalumeau ordinaire, mais fusible au chalumeau oxy-hydrogène,

(1) Voir : *Les Métaux précieux*, par G. Roswag ; librairie Lacroix.

1^{re} *Espèce* : *Platine natif. Platinum (Dan.)*.
Gediegen Platina.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le platine natif est une substance d'une couleur gris d'acier, gris de fer, tirant sur le plomb ou passant au gris de plomb, d'un éclat métallique, se présentant en grains roulés généralement mats, à surfaces cariées et cavernueuses, mais susceptible d'un beau poli qu'il conserve longtemps.

Le platine est un métal malléable, ductile et très-tenace ; la densité du platine natif en grains est de 16,33 à 19,47 ; celle du platine purifié et écroui est de 21,53 ; sa dureté = 4 à 5, est à peu près celle du fer.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Il cristallise dans le système régulier ; il se présente sous la forme de grains ou de pépites ayant quelquefois les faces du cube ou de l'octaèdre régulier. Il cristallise par mouvement moléculaire sans fusion, lorsqu'il est exposé pendant longtemps à une chaleur continue.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le platine natif contient ordinairement 20 p. 0/0 de métaux étrangers, du rhodium, de l'osmium, de l'iridium, du palladium, et principalement du fer ; les minerais platinifères de l'Oural contiennent de 12 à 13 p. 0/0 de fer, tandis que ceux de la Colombie n'en renferment que 5 p. 0/0.

Le platine est infusible au chalumeau ordinaire ; mais il fond au chalumeau à gaz oxy-hydrogène, ou par la pile ; il se soude sur lui-même, il est inattaquable par les acides ordinaires (sulfurique, azotique, chlorhydrique), il est soluble dans l'eau régale

et attaquable à la chaleur rouge par les alcalis solides. On peut distinguer plusieurs variétés de platine natif, selon les métaux qui s'y trouvent alliés :

1° Platine ferrifère, d'une couleur foncée, densité = 17, contenant de 12 à 13 p. 0/0 de fer ; il est souvent magnétique (Oural) ;

2° Platine polyxène (Hausmann), contenant du palladium, osmium, iridium, rutherfordium, rhodium, fer et des traces de cuivre et de manganèse (Oural) ;

3° Platine aurifère, platine presque pur, allié à une très-petite quantité d'or ; soluble dans l'eau régale, sans résidu ; densité = 18 à 20 ; il n'est pas magnétique (sables aurifères et platinifères du Brésil) ;

4° Platine iridifère, grains blanc d'argent ou jaunâtres à la surface, teintes grises à l'intérieur : densité 22 à 23,5, contient 20 p. 0/0 de platine, 77 d'iridium et 1 de palladium.

Le platine iridifère s'offre en petits cristaux cubiques ou en cubo-octaèdres avec des traces de clivage, parallèlement aux faces du cube, le plus souvent en grains arrondis, très-pesants, d'une dureté de 6 à 7 (monts Ourals, Indes Orientales).

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le platine se trouve en grains ou en pépites disséminés dans les alluvions anciennes, et dans les sables quartzeux et ferrugineux, aurifères et diamantifères. Les principaux gisements de ce métal sont situés : 1° dans la Nouvelle-Grenade, en Colombie, dans les provinces de Choco, d'Antioquia, de Barbacoas ; 2° au Brésil, dans les provinces de Minas-Geraës et de Matto-Grosso, associé à l'or et au diamant ; 3° au pied des montagnes de Sibao, à Haïti (St-Domingue), dans le lit de la rivière Jocky ; 4° à l'île de Bornéo, dans les monts Ratoos ; 5° dans la province d'Ava (em-

pire des Birmans), au milieu des sables de l'Irawadi; 6° enfin, on a trouvé récemment dans l'Orégon du minerai de platine en assez grande abondance. Il nous vient annuellement de la province de Choco 7 à 800 kilogrammes de platine.

En 1826, le platine a été découvert dans les monts Ourals; depuis lors, il est devenu une branche importante de commerce en Russie.

On le trouve sur les pentes orientales des monts Ourals, à Miask, à Kuschwinsk, Newjansk, Bojaslowsk, et sur le versant occidental, à Nischne-Taigilsk, où est situé le grand centre d'exploitation du platine, en Europe; mais l'exploitation de ces mines, après avoir pris une certaine activité à l'époque où le gouvernement russe fabriquait de la monnaie de platine; s'est ralentie depuis.

Les grosseurs des grains de platine varient depuis les dimensions des grains de la poudre de chasse jusqu'à celle de la graine de chanvre; cependant, on trouve des pépites de la grosseur d'un œuf de pigeon, on en a même trouvé une qui pesait 9 kilog.

Généralement, les grains sont isolés; mais quelquefois, ils sont engagés dans des fragments de serpentine et accompagnés de chromite, de magnétite, de nigrine, de zircon, de corindon, de spinelle, etc., minéraux qui font partie des filons d'où dérivent les grains de platine. Les sables platinifères de l'Oural sont déposés dans des vallées ouvertes au milieu des roches serpentineuses; la richesse de ces sables est en rapport avec la distance de la serpentine. D'ailleurs, ce qui confirme que le platine est un minéral des filons serpentineux ou amphiboliques, c'est que M. Boussingault l'a découvert à Santa-Rosa-de-Osos, en Colombie, dans un filon d'or encaissé dans une syénite. Dans la Nouvelle-Grenade, on a trouvé aussi le platine dans un filon de pacos (minerai de

fer hydraté), dont la gangue est du quartz blanc laiteux, et qui est la continuation des roches platinifères de Santa-Rosa-de-Osos. Il paraît donc que la cause qui a amené le platine dans les filons est la même que celle qui les a enrichis en or, et qu'en outre, ces deux métaux sont contemporains.

Le platine est disséminé dans un grand nombre de filons, en petite quantité; on le trouve en Californie, au Canada, dans la Caroline du sud, dans les sables aurifères du Rhin, enfin, dans la bournonite, le cuivre gris, l'oligiste, la magnétite de plusieurs filons des Alpes.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — La production annuelle du platine est d'environ 10,000 à 12,000 kilogrammes; comme les usages de ce métal tendent à se multiplier, et qu'en outre, les procédés d'extraction sont devenus plus rapides et plus économiques, la production et la consommation doivent nécessairement augmenter. Le prix du platine ouvré varie de 1,200 à 1,500 fr. le kilogramme, c'est environ le tiers du prix de l'or, et plus de six fois celui de l'argent. A Nigni Tagilst, on trouve 1 gramme de platine pour 7 à 8 kilog. de sable. Les propriétaires des mines doivent envoyer leur minerai à la monnaie de St-Petersbourg, où le gouvernement le fait affiner; ce traitement ne s'effectue guère que sur 1,000 à 1,200 kilogrammes par an.

Le platine sert pour la fabrication: 1° des creusets, des capsules, des pinces, des cuillers à l'usage des chimistes, minéralogistes, fondeurs; 2° des cornues pour la concentration de l'acide sulfurique; 3° des miroirs de télescopes; 4° des pointes de paratonnerres; 5° des étalons des poids et mesures; 6° des médailles et monnaies (monnaie russe); 7° des bijoux, objets de luxe, boucles, chaînes, taba-

tières, etc. ; 8° enfin, on l'applique sur la porcelaine en manière de couverte, ce qui donne à cette poterie l'apparence de l'argenterie.

Pour obtenir le platine, on lave les sables platini-fères ; le produit métallique de cette opération est traité par le mercure pour en séparer l'or. Ce qui reste après l'amalgamation est la mine de platine contenant encore du palladium, du rhodium, de l'iridium. On attaque la mine de platine par l'acide azotique qui dissout le palladium, puis par l'eau régale qui dissout le platine à l'état de chlorure, puis on le précipite par le chlorhydrate ammonique, on réduit le précipité par la chaleur, en une masse grise appelée éponge ou mousse de platine, à laquelle on communique l'état métallique, la compacité, la ténacité par le martelage et la compression à une température élevée.

Aujourd'hui, le traitement métallurgique du platine est beaucoup plus rapide ; MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray sont parvenus à fondre et à couler des quantités considérables de platine qui subit, non-seulement une simple fusion, mais encore un véritable affinage. Leur appareil se compose d'un chalumeau à gaz oxy-hydrogène, et d'un creuset en chaux, où le métal à fondre est contenu. On peut remplacer l'hydrogène par le gaz de l'éclairage.

2^e Genre : *Rhodium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule le signe $\text{Ro} = 52$.

La chaleur décompose les sels de rhodium, et le métal reste sous forme d'une masse grise peu soluble dans l'eau régale.

Le rhodium (Wollaston 1804), s'allie à l'or et au platine, et se rencontre dans les sables platinifères,

il est gris, plus difficile à fondre que le platine ; pur, il est insoluble dans l'eau régale, mais il s'y dissout, quand il est allié au platine ; on peut le dissoudre en le faisant chauffer au rouge, avec le bi-sulfate potassique, qui est sans action sur les autres métaux du platine.

4^e Famille : Argyrides.

GENRES : ARGENT. MERCURE. PALLADIUM. RUTHÉNIUM.

1^{er} Genre : Argent.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Ag} = 108$.

Les composés argentiques au chalumeau, chauffés sur le charbon avec la soude, se réduisent facilement en un culot d'argent sans donner d'enduit.

L'argent ne colore pas sensiblement les fondants.

COMPOSÉS NATURELS ARGENTIFÈRES. — L'argent, en se combinant avec les minéralisateurs, comme le soufre, l'arsenic, le chlore, etc., ou avec différents métaux, tels que le plomb, l'antimoine, etc., forme un nombre considérable de composés naturels, parmi lesquels quelques-uns, à cause de leur abondance, sont les minerais argentifères.

Les composés d'argent sont : 1^o Argent natif ; 2^o argent amalgamé = Ag Hg^2 ; 3^o arquerite = $\text{Ag}^6 \text{Hg}$; 4^o discrase ou argent antimonial = $\text{Ag}^2 \text{Sb}$; 5^o argent arsénical = $(\text{Ag Fe})^2 \text{As}$; 6^o argyrose ou argent sulfuré = AgS ; 7^o psaturose ou argent sulfuré fragile = $\text{Sb}^2 \text{S}^3 + 6 \text{AgS}$; 8^o polybasite = $5 (\text{Ag, Cu}) \text{S} + (\text{Sb, As}) \text{S}$; 9^o schilfglaserz ou argent sulfuré antimonifère et plombifère ; 10^o argent sulfuré flexible ou argent sulfuré ferrifère ; 11^o argyritrose ou argent antimonié sulfuré = $3 \text{AgS} +$

$Sb^2 S^5$; 12° proustite ou argent arsénio-sulfuré = $3 AgS + As^2 S^5$; 13° miargyrite ou argent antimonié sulfuré noir = $AgS + Sb^2 S^5$; 14° naumannite ou argent séléniuré = $Ag Se$; 15° kerargyre ou argent chloruré = $Ag Cl^2$; 16° bromite ou argent bromuré = $Ag Br^2$; 17° iodite ou argent ioduré $Ag I_2^2$; 18° selbite ou argent carbonaté = AgC^2 ; 19° hessite ou argent telluré = $Ag Te$.

Minerais argentifères.

L'argent est fourni : 1° par les minéraux ou composés naturels d'argent, vrais minerais argentifères, tels que l'argent natif, l'argent arsénical, l'argyrose et les autres sulfures, la proustite, les chlorures et les bromures d'argent, etc. ; 2° par les minéraux de différents filons de plomb et de cuivre, tels que galène, bournonite, cuivre gris, cuivre sulfuré, brongniardite enrichis d'une telle proportion d'argent qui les rend propres à devenir utilement exploitables pour en retirer ce métal comme produit principal. La limite inférieure de richesse, au-dessous de laquelle l'extraction de l'argent ne peut être faite avec profit, est variable avec la nature des minerais et des gisements.

On regarde comme très-riches des minerais qui renferment 0,005 d'argent métallique.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES DES MINERAIS ARGENTIFÈRES. — Les filons de Kongsberg, en Norwège et du Chili fournissent de l'argent natif associé à d'autres minéraux argentiques ; ceux des environs de Freyberg, en Saxe, d'Andreasberg, au Hartz et surtout ceux du Mexique, contiennent principalement les sulfures d'argent ; enfin, les filons et les gîtes irréguliers des minerais jaunes et rougeâtres,

connus sous les noms de pacos, de colorados, du Pérou, du Chili et du Mexique, contiennent les chlorures, bromures et iodures d'argent.

La teneur moyenne des minerais du Mexique est à Guanaxuato = 0,0020 ; à Zacatacas-san-Clemente = 0,0045, à Mellado = 0,0013, à Fresnillo = 0,0015.

Dans l'Amérique Méridionale, les gîtes argentifères sont situés sur les pentes des Cordillères ; leur ensemble forme une bande dirigée N.-O. S.-E. parallèlement à la chaîne. Les couches métallifères sont formées de calcaires compactes, crétacés, gris ou fortement colorés en jaune ou en rougeâtre, associés à des grès quartzeux.

Les minerais argentifères se trouvent dans les couches calcaires ; cependant, les gisements de Villalpando et de Bolanos sont dans une roche amygdaloïde. Il est à remarquer que les filons d'argent ne se trouvent que dans les lieux où les éruptions porphyroïdes se montrent recouvrant les hauteurs des montagnes. Les filons argentifères, ayant généralement le quartz pour gangue, se profilent en veines saillantes ou en crêtes (crestones), inclinées d'environ 45 degrés et courant entre le Nord et l'Ouest ; les minéraux qu'ils contiennent sont : l'argent natif, l'argyrose, l'argent rouge, l'argent chloro-bromuré.

Au Chili, l'argent natif se trouve principalement dans les roches non stratifiées ; il occupe le centre des filons, il y est accompagné par le mercure, le cobalt, l'arsenic et des chlorures, etc. A la mine de Corocoro, en Bolivie, l'argent natif est disséminé dans un grès silico-feldspathique, à grains fins, composé de quartz hyalin, mélangé à des particules de feldspath.

La mine d'argent de Kongsberg, en Norwége, a été découverte en 1823 ; les environs de cette cé-

lèbre localité ont leur sol formé de gneiss et de micaschiste, recouverts à une distance de 10 kilomètres, à l'Est, par le terrain silurien.

Le micaschiste, traversé par le granite et la syénite zirconienne, devient schisteux, régulièrement stratifié ; il offre une succession de lits minces, alternativement quartzeux et micacés. Les schistes qui les recouvrent sont toujours très-bien stratifiés : ils courent vers le N. 10° O. en plongeant de 75° à 80° à l'Ouest, quelquefois même ils se relèvent jusqu'à la verticale. Plusieurs de ces couches sont fortement imprégnées de sulfures métalliques, tels que pyrite, leberkise, cuivre pyriteux, blende, galène. On trouve même des assises pyritifères, dites fahlbandes, sur des étendues de 10 et même de 20 kilomètres et sur une largeur moyenne de 5 à 6 kilomètres. Les fahlbandes disposées parallèlement du Nord au Sud, ont la forme de lentilles très-allongées et aplaties, terminées en pointe ; elles atteignent, dans les parties centrales, une épaisseur de 150 à 200 mètres.

Les filons métallifères de Kongsberg sont ordinairement dirigés de l'Est à l'Ouest, c'est-à-dire dans un sens transversal aux couches ; on en trouve d'obliques et souvent ils se croisent les uns les autres.

Le minerai principal de Kongsberg est l'argent natif qui se trouve à l'état cristallisé en cubes, en octaèdres, en dendrites, en filaments, etc. ; on y trouve de l'argyrose grenue ou cristalline ; l'argent rouge et l'argent chloruré y sont très-rares ; on y a trouvé de l'or natif, de l'argent aurifère et de l'arsenic natif.

Les couches pyritifères exercent une influence enrichissante sur les veines argentifères, car celles-ci contiennent toujours de l'argent natif, lorsqu'elles

traversent les schistes imprégnés de sulfures. Les veines argentifères ne contiennent, en dehors des fahlbandes, qu'une trop faible quantité d'argent pour que leur exploitation soit avantageuse.

La gangue habituelle des veines argentifères est le calcaire cristallin, contenant, en outre, les minéraux qui accompagnent les filons, savoir : la barytine, la fluorine et le quartz ; parfois même, on y trouve du feldspath orthose, transparent, associé au quartz hyalin et à la dolomie jaune et à plusieurs zéolithes et minéraux silicatés, tels que l'amphibole, l'épidote, l'axinite, la prehnite, la stilbite.

MINES DE LA CALIFORNIE. — Les gîtes argentifères de la Névada (Californie) ne sont connus que depuis 8 ans ; les principales exploitations sont à Virginia-City, à Austin, etc. Les minerais d'Austin sont des veines d'argyrose, d'argyrithrose et dans les parties superficielles et décomposées des filons, ce sont des chlorures, des iodures, des bromures. Les veines argentifères ont une gangue quartzeuse et sont contenues dans un granite feldspathique qui traverse les schistes jurassiques ; elles courent du Nord-Ouest au Sud-Est et plongent du Nord-Est d'environ 60 degrés ; leur puissance varie de 10 à 91 centimètres, la richesse moyenne est de 1,036 fr. par tonne et la dépense, pour en extraire l'argent, est de 414 fr. par tonne de minerai.

A Virginia-City se trouve le fameux Comstock, cette crête de quartz, si riche en argent antimonial et en argent sulfuré ; mais le minerai contenu dans cette grande bande quartzeuse est moins riche qu'à Austin, il rend, en moyenne, 207 fr. par tonne, mais d'excellents appareils d'amalgamation rendent ces minerais exploitables avec profit. La mine d'argent Gould et Cuny a vendu pour 72,520,000 fr.

d'argent, sur lesquels plus de dix millions de bénéfice net. Les mines d'Austin, plus riches que celles de Virginia-City, sont appelées à un avenir très-brillant; 130 mines sont déjà ouvertes, certaines donnent 5,180 fr. par jour; les minerais sont transportés à San-Francisco et embarqués pour Swansea, où on les traite avec plus d'avantage qu'à Austin.

L'Exposition de 1867 renfermait une belle collection des minéraux argentifères de la Névada (1).

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES DES MINERAIS ARGENTIFÈRES. — Les minerais argentifères que l'on exploite pour en retirer l'argent, peuvent être divisés, sous le rapport du traitement métallurgique, en quatre groupes, savoir: 1° minerais d'argent proprement dits, avec gangues stériles, comprenant l'argent natif, l'argent sulfuré, l'argent rouge (argent antimonié, sulfuré, proustite et myargyrite), l'argent sulfuré aigre (polybasite, psaturose), l'argent chloruré et bromuré. 2° minerais de plomb et d'argent (galènes argentifères); 3° minerais de cuivre et argent (cuivre gris); 4° minerais de plomb, cuivre et argent (bournonite).

La séparation de l'argent de ses minerais se fait au moyen de deux méthodes tout à fait distinctes:

1° Le traitement par amalgamation, qui consiste à mettre les minerais argentifères finement pulvérisés, en contact avec le mercure qui dissout l'argent; on distille l'amalgame et on obtient un résidu d'argent métallique.

2° Le traitement par fusion consistant dans une suite de fontes et de grillages successifs, qui con-

(1) Voir: *Études sur l'Exposition de 1867*, article: Minéralogie; chez M. Eugène Lacroix.

centrent l'argent dans une certaine quantité de plomb ou de cuivre, dont il faut séparer le métal précieux. A cet effet, on soumet le plomb à la coupellation. Quant au cuivre, il doit être d'abord liquaté, opération qui consiste à faire passer la plus grande partie de l'argent qu'il renferme dans du plomb que l'on coupelle ensuite.

L'Europe produit annuellement 150,000 kilog. d'argent, dont plus de la moitié est fournie par les plombs argentifères ; les exploitations de Kongsberg rendent annuellement 8,422 kilog. d'argent, représentant une valeur de 1,869,684 francs.

Voici la production annuelle moyenne de l'argent :

Amérique.

Mexique.	530,000 kilog.
Buénos-Ayres	300,000
Pérou, Bolivie	167,500
Chili.	41,250
États-Unis.	103,325

Asie.

Russie d'Asie.	22,500
Indes	161,000

Europe.

Espagne	40,000
Hongrie, Transylvanie	21,000
Saxe.	16,566
Hartz	11,830
Kongsberg et Suède,	9,900
Bohême.	5,965
Prusse	5,964
Angleterre	5,325
France	3,027
Italie	800

1,445,952 kilog.

représentant une valeur de 321,001,344 francs.

On peut diviser en trois groupes les minerais ar-

gentifères : 1° minerais de sulfure d'argent, qui rendent à l'essai, de 20 à 100 kilog. d'argent par tonne de minerai ; 2° minerais de sulfures complexes et des sulfo-antimoniures, rendant rarement à l'essai plus de 1 kilog. d'argent par tonne ; 3° minerais chlorurés qui rendent de 4 à 5 kilog. d'argent par tonne de minerai soumis à l'essai.

L'argent est un métal dont l'emploi est très-répandu ; il entre dans la composition de plusieurs alliages ; on s'en sert pour fabriquer la monnaie blanche, la vaisselle d'argent, les couverts, etc.

On l'emploie pour la fabrication de divers objets d'ornements, pour la bijouterie, comme boucles, boutons, broches, pendants d'oreilles, enfin, pour l'argenture sur cuivre, laiton et sur bois. L'argent peut être déposé directement en feuilles sur la pièce à argenter, ou bien on peut le faire déposer à mesure qu'il se produit dans une décomposition chimique (argenture au ponce) ; mais aujourd'hui, l'argenture par les procédés électro-chimiques est presque la seule employée.

A l'état salin (azotate), la photographie fait une grande consommation d'argent ; cet azotate fondu constitue la pierre infernale, caustique fort employé en médecine.

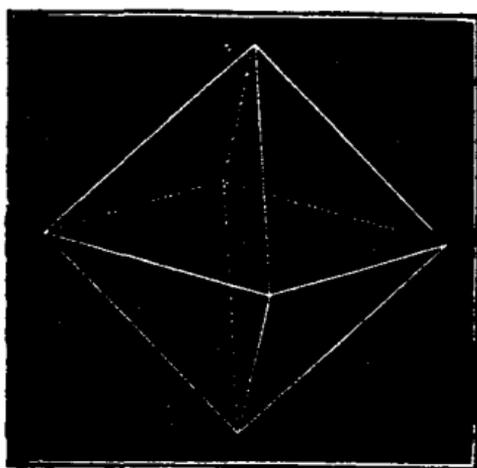
1^{re} *Espèce* : *Argent natif* (H.). *Gediegen Silber* (W.).

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — L'argent est blanc, éclatant, se ternit par les vapeurs sulfureuses ; il est ductile, malléable, assez tenace ; sa densité = 10,5 ; il est plus dur que l'or, mais plus mou que le cuivre ; sa dureté = 2,5 ; il est fusible à 1,000° du thermomètre à air ; dissout l'oxygène, lorsqu'il est fondu, et le laisse dégager en se refroidissant avec rochage à sa surface ; il donne des va-

peurs sensibles à une haute température ; il est attaqué par les acides. L'argent natif est quelquefois allié à une certaine proportion de cuivre, de mercure ou d'or.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'argent cristallise dans le système régulier ; celui qui a été fondu cristallise, par refroidissement, sous la forme de cubes ou d'octaèdres réguliers. L'argent natif a une tendance à cristalliser en filaments, en dendrites, en rameaux octaédriques ; quelquefois même, les cristaux s'isolent en octaèdres réguliers, plus rarement, en cubes. Les formes les plus communes sont, l'octaèdre régulier, le trapézoèdre, le dodé-

Fig. 160.



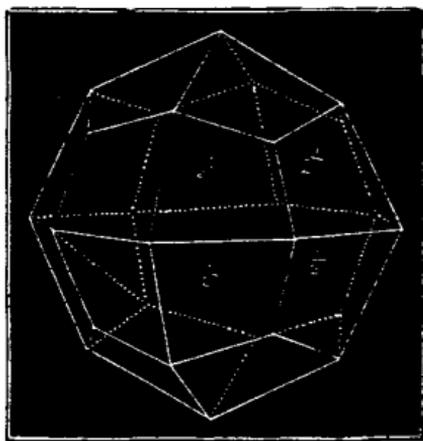
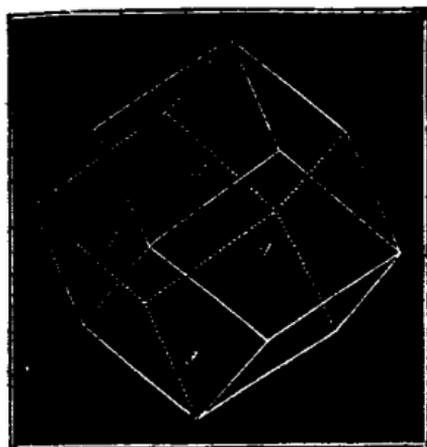
caèdre rhomboïdal, l'hexa-tétraèdre (fig. 160, 161, 162). Les cristaux d'argent natif sont souvent réunis par hémitropie, parallèlement à une des faces de l'octaèdre régulier.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Les localités principales où l'on a trouvé l'argent natif, sont : Kongsberg, en Norwège, qui en a fourni des masses, de

25 à 275 kilog. ; le Schlangenberg, en Sibérie ; Freyberg, Schaeberg et Johanngeorgenstadt, en Saxe (cette dernière mine a fourni un bloc d'argent massif pesant de 4,000 à 5,000 kilog.) ; Joachimsthal, en

Fig. 161.

Fig. 162.



Bohême ; Schemnitz, en Hongrie ; Kapnik, en Transylvanie ; Andreasberg, au Hartz ; le Mexique, le Pérou ont fourni des masses de 100 à 400 kilog.

En France, l'argent natif se trouve : 1° dans les Vosges, à Sainte-Marie et à la Croix-aux-Mines ; 2° aux Pyrénées, dans la vallée d'Ossau, au-dessus de Laruns ; 3° à Allemont, en Dauphiné ; 4° à Huelgoat, en Bretagne.

L'argent natif se trouve à Minnesota (Lac Supérieur) ; les filons de ce minéral traversent des gneiss, des micaschistes, des serpentines, des trapps. Ceux du Lac Supérieur sont au contact du trapp et d'un conglomérat : l'argent natif y accompagne le cuivre natif.

L'argent produit par l'argyrose est rarement aurifère, tandis que celui qui est donné par les sulfures complexes et les sulfo-antimoniures, l'est presque toujours.

2^e Espèce : *Arquérîte* (*Domeyko*).

CARACTÈRES. — Cette espèce ressemble à l'argent natif, sa couleur est d'un blanc d'argent ; terne à la surface, lorsqu'elle est en grains et en masses amorphes, éclatante, en plaques ou en cristaux, aussi malléable que l'argent pur, se laisse couper au couteau, sa densité est de 10,85 ; cristallise dans le système régulier, avec des tendances à des formes octaédriques allongées, ou à des dendrites ; au chalumeau, elle produit, sur le charbon un bouton d'argent, dans le matras, un sublimé de mercure sans bouillonner ; elle est soluble dans l'acide azotique.

		Rapports atomiques.	
Argent.....	86,50	0,0639	6
Mercure.....	13,50	0,0106	1
	100,00		

Formule : Ag^6Hg .

L'arquérîte est le principal minerai d'argent exploité dans les mines d'Arqueros, dans la province de Coquimbo, au Chili.

Cette espèce se distingue de l'argent amalgamé ou mercure argenté par sa malléabilité, tandis que l'amalgame est cassant, et possède une densité de 14,119. La formule de l'amalgame d'argent = Hg^6Ag ; ce minéral a été signalé à Moschellandsberg (Palatinat), à Rosenau (Hongrie), à Sala (Suède), à Almaden (Espagne).

3^e Espèce : *Discrase* (*Beud*). *Discrasite* (*Frobel*).
Argent antimonial.

CARACTÈRES. — L'argent antimonial (*Spiesglanzsilber*) est blanc comme l'argent, avec éclat métallique, cassant, mais un peu malléable, à structure

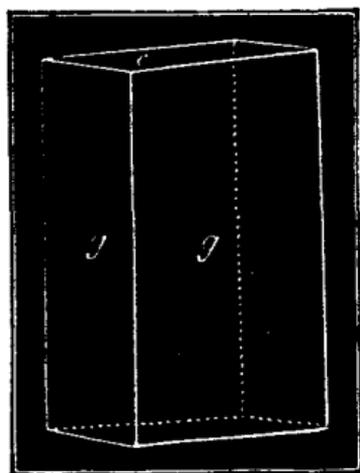
lamellaire ; sa densité varie de 9,4 à 9,8, sa dureté = 3,5 ; il est attaqué par l'acide azotique. Au chalumeau, sur le charbon, il fond aisément, et se transforme en un grain métallique gris, non malléable ; dégage une fumée pareille à celle de l'antimoine pur, mais moins abondante ; le globule prend, après le dégagement d'une certaine partie de l'antimoine, un aspect mat, blanc, fortement cristallin, et entre en ignition à l'instant où il se fige. Enfin, après une insufflation soutenue, il ne reste plus qu'un bouton d'argent malléable dans le tube ; l'argent antimonial dégage beaucoup de fumées d'oxyde d'antimoine, et le grain qui reste s'entoure d'un anneau de verre d'un jaune sombre.

			Rapports atomiques.
Argent	77	0,057	2
Antimoine . . .	23	0,028	1
	100		

Formule : Ag^2Sb .

L'argent antimonial cristallise dans le système or-

Fig. 163.



tho-rhombique ; la forme primitive est le prisme ortho-rhombique de 120° (fig. 163), dans lequel un

des côtés de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{5}{5}$; les cristaux se présentent ordinairement sous forme de prismes cannelés imparfaits; ils affectent deux systèmes de clivages, l'un parallèle à la base et l'autre diagonal.

GISEMENT. — Cette espèce accompagne ordinairement les minerais d'argent arsénifères, notamment à Andrésberg, au Hartz; à Wolfach, dans le pays de Bade; à Guadalcanal et à Casalla, en Espagne; à Allemont, en Dauphiné; Wittichen, dans la Souabe; on la trouve aussi à Coquimbo, dans le Chili, et dans la mine de Santa-Rosa, au Mexique.

4^e Espèce : Argent arsénical. Arsenik Silber.

CARACTÈRES. — Substance d'un blanc métallique grisâtre, très-aigre et cassante, à cassure grenue, structure amorphe ou mamelonnée; densité = 8; au chalumeau, elle donne d'épaisses fumées arsénicales, elle contient de 12 à 14 p. 0/0 d'argent, de 35 à 62 d'arsenic et une forte proportion de fer sulfuré, sa formule = (Ag Fe)² As.

L'argent arsénical est le minerai exploité dans le filon de Guadalcanal (Espagne), on le trouve dans la mine d'Andrésberg, au Hartz avec la composition suivante :

Argent.	14,06	6,56	14,06
Fer.	17,89	38,25	20,25
Arsenic.	62,90	38,29	59,94
Soufre.	5,00	16,87	5,75

*5^e Espèce : Argyrose (Beud.). Argentite (Haid).
Argent sulfuré (H.). Silberglanz.*

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — L'argyrose est opaque, d'une couleur gris-noirâtre, d'un très-faible éclat métallique, terne superficiellement,

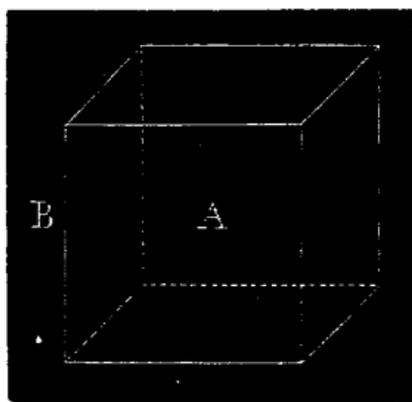
mais brillant dans la râclure ; densité = 6,9 à 7,4, dureté = 2, rayé par le calcaire, facile à couper au couteau et à se débiter en copeaux courbes et malléables ; fusible à la simple flamme d'une bougie, soluble dans l'acide azotique.

Au chalumeau, sur le charbon, il fond et se boursouffle considérablement en formant des bulles vides ; mais au bout de quelque temps, il se rassemble en grain, il répand une odeur d'acide sulfureux et finit par se réduire en un grain d'argent entouré de scories. Ces scories fondues avec le borax et avec le sel de phosphore offrent des traces de fer et de cuivre.

		Rapports atomiques.	
Argent.....	86,39	0,64	1
Soufre.....	13,61	0,68	1
	100,00		

Formule : AgS.

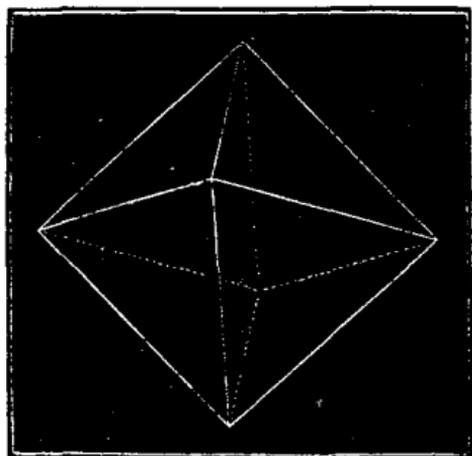
Fig. 164.



CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'argyrose cristallise dans le système régulier, sa forme fondamentale est le cube ; les cristaux les plus ordinaires sont : le cube, l'octaèdre régulier, le cubo-octaèdre, le dodécaèdre rhomboïdal, le trapézoèdre, avec des

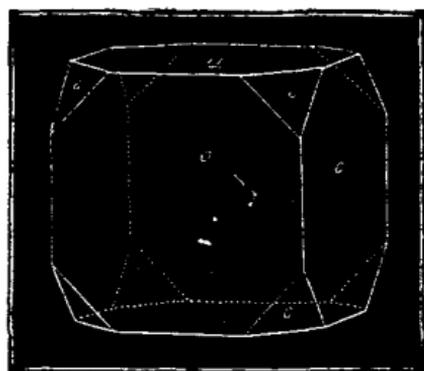
traces de clivages parallèlement aux faces du cube et du dodécaèdre rhomboïdal (fig. 164, 165, 166, 167, 168).

Fig. 163.



Cette espèce a une certaine tendance à cristalliser en petits cristaux, composant des dendrites ramuleuses ou filiformes ; elle se présente aussi en

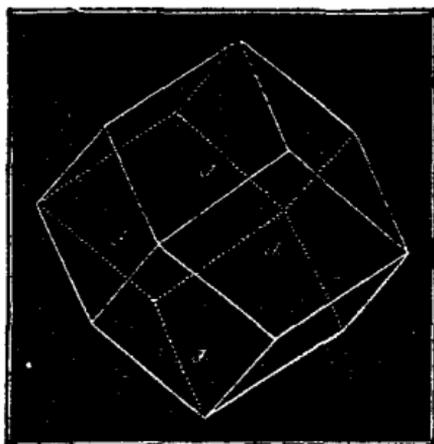
Fig. 166.



concrétions mamelonnées, à l'état amorphe et même à l'état terreux.

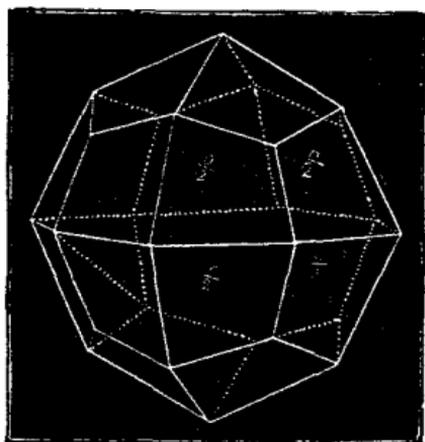
La psaturose, ou argent sulfuré fragile (sulfure d'argent et d'antimoine) en prismes hexagonaux réguliers et la polybasite (sulfure d'argent, de cuivre

Fig. 167.



et d'antimoine) en prismes droits rhomboïdaux accompagnent généralement l'argyrose en Saxe et en

Fig. 168.



Hongrie. La freislebenite est un autre sulfure complexe d'argent, de plomb, d'antimoine qui se trouve

dans le Hartz, la Saxe et la Transylvanie, accompagné de galène, d'argyrose et de bournonite.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. GISEMENTS. — L'argyrose est le minerai d'argent le plus riche et le plus abondant; il fournit la plus grande partie de l'argent versé dans le commerce, on le rencontre surtout dans les filons qui traversent le gneiss, le mica-schiste, l'amphibolite, le schiste argileux et quelquefois le granite, le porphyre et le trachyte avec d'autres minéraux argentifères. Sa gangue est ordinairement le quartz hyalin, le calcaire cristallin, la barytine, la fluorine; la variété terreuse (silberschwarze) se trouve quelquefois dans la partie supérieure du gîte, là où la masse principale du filon a éprouvé une décomposition.

L'argyrose se trouve : 1° au Hartz, dans les mines d'Andréasberg, mais en petite quantité; 2° abondamment dans les mines de Saxe, à Freyberg, Marienberg, etc.; 3° dans celles de la Bohême, à Joachimstal; 4° en Hongrie, dans les mines de Schemnitz et de Kremnitz; 5° en Norwège, à Kongsberg; 6° au Mexique, à Guanaxuato, Zacatecas, etc.; 7° au Pérou et au Chili. L'argent combiné au sélénium et au tellure, se trouve au Hartz, au Mexique, en Suède, en Sibérie, en Transylvanie.

L'eukairite est un sélénure double d'argent et de cuivre = $\text{Ag Se} + \text{Cu}^2 \text{Se}$. Le tellure d'argent renferme de 60 à 62 p. 0/0 d'argent et le sélénure 65 p. 0/0.

ARGENT ROUGE OU ROTHGULTIGERZ. — Sous le nom d'argent rouge, les mineurs comprennent trois espèces minérales argentifères, savoir : 1° l'argyritrose ou argent antimonié sulfuré; 2° la proustite ou argent arsenié sulfuré; 3° la miargyrite.

5^e Espèce : *Argyritrose* (Beud.). *Pyrargyrite* (Glocker). *Argent rouge* (H.). *Argent antimonié sulfuré*. *Rothgülden*.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — Substance d'un gris de plomb, bleuâtre ou noirâtre, éclat vif, adamantin et métalloïde, avec reflets rougeâtres, ou d'un rouge foncé tirant sur le noir, opaque ou translucide ; la poussière est rouge sanguin, même pour les variétés noires ; sa densité varie de 5,75 à 5,85, sa dureté = 2 à 2,5 ; douce, cassure conchoïdale, facile à râcler avec un couteau ou à rayer avec une pointe d'acier, qui fait apparaître la couleur rouge.

	I. Mexique.	II. Hartz.		Rapports atomiques.
Argent	60,20	58,95	0,043	3
Antimoine	21,80	22,85	0,028	2
Soufre	18,00	16,61	0,082	6
Gangue	"	0,29	"	

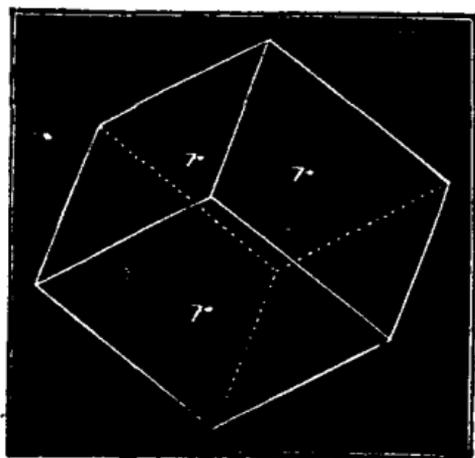
Formule : $3\text{AgS} + \text{Sb}^2\text{S}^5$.

Au chalumeau, sur le charbon, décrépité un peu, fond, brûle et fume comme l'antimoine, la production de fumée ne dure que quelques instants ; mais il n'y a pas d'exhalaison d'odeur arsénicale. Dans le tube ouvert, l'argyritrose fume beaucoup et répand une odeur caractéristique d'acide sulfureux ; la fumée d'oxyde antimonique se dépose sur la paroi du tube, le grain qui reste, donne, après quelque temps d'insufflation à la flamme extérieure, un culot d'argent pur.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'argyritrose cristallise dans le système hexagonal, la forme primitive est le rhomboèdre obtus de 108°, 20' (fig. 169) ; des clivages assez nets ont lieu parallèlement aux faces de ce rhomboèdre, les formes dominantes

sont le prisme hexagonal, le scalénoèdre, de nombreux rhomboèdres et des dodécaèdres triangulaires

Fig. 169.

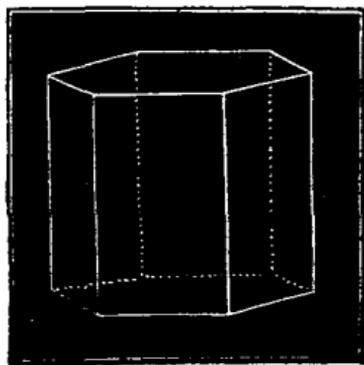


isocèles, résultant de la réunion de deux rhomboèdres de même angle, disposés d'une manière inverse.

Les cristaux les plus abondants sont :

1° Des prismes à six faces, surmontés du rhomboèdre équiaxe ;

Fig. 170.



2° Des prismes à six faces, terminés par des pointements à six faces, dus à des métastatiques ;

3° Des métastatiques simples ou portant le rhomboèdre inverse sur trois de ses arêtes ;

4° Des prismes à six faces basés (fig. 170). Ordinairement, ces cristaux sont implantés sur diverses gangues et forment des groupes cristallins très-beaux et volumineux.

GISEMENT. — Ordinairement, l'argyritrose est un minéral subordonné aux gîtes d'argyrose ou de galène argentifère ; mais elle forme la partie principale des dépôts des mines du Mexique, surtout celles des environs de Sombrereto, de Guanaxuato, de Zacatecas.

On la trouve : 1° au Hartz, dans les filons d'Andreasberg ; 2° dans ceux de la Saxe ; 3° de la Bohême ; 4° de la Hongrie ; 5° à Kongsberg ; 6° dans les Vosges, à Sainte-Marie-aux-Mines.

6° Espèce : Proustite (Beud.). Argent arsénié sulfuré. Rubinblende.

CARACTÈRES. — La proustite se trouve aux mêmes gîtes que l'argyritrose avec laquelle elle est isomorphe ; elle renferme de 63 à 64 p. 0/0 d'argent : elle est d'un rouge clair vif, transparent avec éclat adamantin ; sa poussière est d'un rouge plus clair que l'espèce précédente, sa densité = 5,5 ; elle renferme 60 p. 0/0 d'argent, 16 d'arsenic, 20 de soufre et un peu d'antimoine, sa formule = $3 \text{ AgS} + \text{As}^2 \text{ S}^3$. Au chalumeau, elle donne des vapeurs arsénicales et par sa réduction donne un bouton d'argent.

7° Espèce : Miargyrite (H. Rose). Hemi prismatique. Rubyblende.

CARACTÈRES. — Substance d'un éclat métallique

ou adamantin, couleur gris de plomb ou gris d'acier tirant sur le noir, opaque, translucide en lames minces, poussière d'un rouge de cerise foncé ; densité = 5,35, dureté = 2 à 2,5 ; renferme 36 p. 0/0 d'argent, 42 d'antimoine et 20 à 22 de soufre ; formule = $\text{AgS} + \text{Sb}^2 \text{S}^5$; elle cristallise dans le système clino-rhombique ; c'est une espèce rare qui accompagne l'argent rouge. Au chalumeau, elle se comporte comme l'argyrithrose.

8^e *Espèce : Kérargyrite. Kérargyre (B.). Argent corné. Hornsilber. Argent chloruré.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La kérargyrite est d'un blanc grisâtre ou gris de perle, translucide, d'un gris noirâtre tirant sur le bleu, ou d'une couleur verdâtre, brunissant à l'air ; son aspect est analogue à celui de la corne, son éclat est vitreux, sa consistance est molle comme la cire ; dans la cassure fraîche, elle a un éclat gras ou même adamantin ; sa densité = 5,6 ; sa dureté = 1, rayé par l'ongle ; malléable, se coupe au couteau en copeaux flexibles.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Elle est fusible à la flamme d'une bougie en répandant une odeur piquante ; facilement réductible au chalumeau en argent métallique, insoluble dans l'eau et les acides, mais attaquant par l'ammoniaque.

Le chlore est remplacé quelquefois en partie par du brome et de l'iode, ce qui forme le minerai connu des mineurs mexicains, sous le nom de plata verte (argent vert), qui est un chloro-bromure d'argent, connu sous le nom d'embolite.

		Rapports atomiques.	
Argent.....	76	0,057	1
Chlore.....	24	0,108	2
	100		

Formule : AgCl^2 .

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La kérargyrite cristallise dans le système cubique, la forme dominante est le cube ou le cubo-octaèdre sans clivages sensibles ; on la trouve rarement cristallisée ; elle se présente le plus souvent en petites masses compactes ou en petites parties presque invisibles, disséminées dans les pacos et les colorados de l'Amérique du Sud. On la rencontre aussi en Sibérie, en Norwège et en Espagne (Guadal-Canal).

9^e Espèce : *Bromite. Bromargyrite. Bromure d'argent.*

Se trouve associé au chlorure ; il en diffère par sa couleur vert clair, densité = 4,4, contient 58 p. 0/0 d'argent et 42 de brome ; formule Ag Br^2 ; cristallise en cubes ou en cubo-octaèdres.

10^e Espèce : *Iodite. Iodargyrite. Iodure d'argent.*

Se trouve avec les chlorure et bromure d'argent, de couleur jaunâtre, translucide, éclat gras, contient 40 p. 0/0 d'argent et 54 d'iode ; densité = 5,91 ; cristallise dans le système hexagonal.

GISEMENTS. — La kérargyrite, associée aux minerais argentifères et plombifères, se trouve dans certains filons des Vosges, de la Bretagne et des Alpes dauphinoises. Mais cette espèce est rare dans les mines de l'Europe, tandis qu'elle est très-abondante dans celles du Mexique, du Chili et du Pérou. On l'exploite : 1^o au Chili : à Chanarcillo, à Huasco, à Arqueros ; 2^o au Pérou : à Pasco, à Huantahaja ; 3^o au Mexique : à Catorce, à Zacatecas.

On la rencontre dans la plupart des filons métallifères de la Saxe, de la Norwège, de la Sibérie.

En France, on trouve la kérargyrite : 1^o dans les

filons de Sainte-Marie-aux-Mines (Vosges); 2° à Huelgoat, en Bretagne; 3° à Chalanches ou Allemont, en Dauphiné.

Après l'argyrose, la kërargyrite est le minéral d'argent le plus riche.

La brongniardite, sulfure triple de plomb, d'argent et d'antimoine, peut être considérée comme minéral argentifère.

2° Genre : *Mercure.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Hg = 100$.

Les composés mercuriques sont volatils ou décomposables par la chaleur; traités avec de la soude ou de la chaux, dans le tube fermé, ils donnent du mercure métallique qui se dépose dans la partie froide du tube.

1^{re} Espèce : *Mercure natif (H.). Hydrargyrum. Gediegen Quecksilber.*

CARACTÈRES. — Métal liquide à la température ordinaire, d'un blanc d'argent, avec un vif éclat métallique, se solidifie à -40° , et se volatilise à 350° ; sa densité à $0^{\circ} = 13,59$, et à -39° , de $14,5$; cristallise en octaèdres réguliers ou en dodécaèdres rhomboïdaux, lorsqu'il se solidifie; se trouve dans les mines de cinabre, dont il dérive par une décomposition de sulfure.

2° Espèce : *Cinabre. Mercure sulfuré (H.). Zinnober. Mercurblende.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le cinabre possède une couleur rouge-vermillon, d'un vif éclat, translucide, ou bien une couleur rouge sombre et opaque, sa

poussière est d'un rouge écarlate. Il se présente en cristaux, en masses lamelleuses et grenues, quelquefois à l'état fibreux et en poussière superficielle.

Les cristaux ont un lustre adamantin approchant de l'éclat métallique, ils possèdent la double réfraction à un axe positif (Descloizeaux); quelques variétés sont d'un gris métallique par réflexion; la cassure est lamelleuse.

La densité du cinabre varie de 8 à 8,2; sa dureté = 2, à 2, 5; il est rayé par le calcaire, se laisse facilement entamer par la lame d'un couteau; s'électrise négativement par le frottement, lorsqu'il est isolé.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Ce minéral cristallise dans le système hexagonal (sous-système rhomboédrique); sa forme fondamentale est un rhomboèdre aigu de $71^{\circ}, 48'$; les formes dominantes sont des rhomboèdres tronqués, des prismes hexagonaux; les cristaux sont généralement complexes et mal formés.

Les clivages parallèlement aux faces du rhomboèdre sont à peine sensibles, tandis que ce solide se clive très-nettement, parallèlement aux pans d'un prisme hexagonal.

On distingue, outre le cinabre cristallisé, du cinabre granulaire, fibreux, compacte, pulvérulent (vermillon natif), bituminifère (Lebererz).

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le cinabre est attaqué par les acides; au chalumeau, sur le charbon, il se volatilise sans résidu, en répandant une odeur d'acide sulfureux; dans le matras, il se sublime, le sublimé est noirâtre, mais la râclure est rouge; avec la soude, on obtient des globules de mercure; dans le tube ouvert, il donne, par le grillage, du mercure et un sublimé de cinabre.

		Rapports atomiques.	
Mercure	85	0,0408	1
Soufre	14,25	0,0407	1
	99,25		

Formule : HgS.

On connaît : 1° du mercure chloruré, HgCl, en cristaux, dérivant du système quadratique, ordinairement dans les gîtes de cinabre (rare); 2° du mercure antimonié ou ammiolite, dans les mines de mercure du Chili; 3° mercure ioduré ou coccinite; 4° mercure séléniuré ou onofrite, en grains cristallins, renfermant 75 à 80 p. 0/0 de mercure (San-Onope, près de Mexico, à Clausthal). Parmi ces quatre espèces, d'ailleurs rares, il y en a deux de douteuses.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le cinabre est le seul minéral de mercure; il se présente dans deux sortes de gisements: 1° dans les terrains cristallophylliens et les terrains primaires, en filons, en veines et en amas (Almaden); 2° dans les terrains secondaires, imprégnant les grès, les calcaires et les schistes marno-bitumineux.

1^{er} Gisement. A Ripa et Selvena, près de Serraveza, en Toscane, le cinabre, en filons et petites veines de 7 à 8 décimètres, est disséminé dans un schiste talqueux; le minéral, qui paraît postérieur à la roche qui le renferme, se rassemble entre les feuillets de quartz et de talc.

A Almaden, dans la Manche, en Espagne, le minéral de mercure réside dans les grès et les schistes siluriens, en filons parallèles de 6 à 12 mètres de puissance, et enclavé dans les plans de séparation des couches.

Le cinabre exploité à Almaden et sur un grand nombre de points de l'Estramadure, surtout à Almadenejos rend 10 p. 0/0 de mercure coulant.

2^e Gisement. Dans le Palatinat, à l'extrémité septentrionale de la chaîne du mont Tonnerre, entre Wolfstein et Kreutznach, le cinabre gît dans un schiste marno-bitumineux, qui dépend de la partie supérieure du terrain houiller ou du permien.

Le schiste marno-bitumineux et le grès qui contiennent le cinabre, renferment des restes de végétaux et de nombreuses empreintes de poissons, dont les écailles sont remplacées par le sulfure de mercure. Une partie de l'ancien duché de Deux-Ponts dépend aussi de cette région.

A Idria, en Carniole, dans les provinces Illyriennes (Carinthie), le cinabre se trouve dans des calcaires compactes et des schistes marno-bitumineux, noirs, du lias; le minerai mercuriel est surtout abondant dans le schiste avec lequel il est comme pétri; le test des mollusques est transformé en cinabre.

A Réalmont (Tarn), le cinabre est dans le grès bigarré; on en trouve aussi à Menildot, commune de la Chapelle-en-Segur (Manche); à la Mure et à la montagne de Chalanches (Isère).

A Haminate, dans la province de Constantine, le cinabre est associé à l'antimoine sulfuré, en veines qui traversent le terrain crétacé.

En Asie, on trouve le cinabre dans l'Oural, l'Altaï, le Thibet, en Chine et au Japon.

En Amérique, il est exploité, au Mexique (mines de Durasno, San-Onofre, San-Juan de la Chica), au Chili, au Pérou, en Californie et même en Australie.

En Australie et en Californie, le cinabre est en filons dans le gneiss ou le schiste micacé ou talqueux; il est associé à du quartz, et celui de Californie est, en outre, traversé par des veines de calcaire lamelleux, enrichi de 46 à 59 p. 0/0 de cinabre.

Le mercure natif se trouve en gouttelettes dans les

mines de cinabre ; à Almaden, il coule en filets continus ; on l'a signalé au plateau de Larzac (Aveyron) ; dans les cailloux tertiaires du sol de Montpellier ; à Ménildot.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — A Idria et à Almaden, on extrait le mercure du cinabre par un simple grillage ; mais lorsque le minerai est mêlé à du calcaire (duché des Deux-Ponts), on le chauffe avec sa gangue dans des cornues de terre munies d'allonges. Les mines d'Almaden fournissent par an environ 2,500 tonnes de mercure ; celles d'Idria, de Ripa et de Selvena, seulement quelques centaines de tonnes ; la production de la Californie et du Mexique, est, en moyenne, de 1,500 à 2,000 tonnes par an. Mais comme la production du mercure est en relation avec l'extraction de l'or et de l'argent par amalgamation, et que l'attention des mineurs américains s'est portée, depuis quelques années, sur les mines d'argent, il faudra donc que la production du mercure s'élève d'une manière notable. Du reste, l'Amérique, qui possède de nombreux gîtes de cinabre, peut suffire à produire tout le mercure dont elle aura besoin pour l'extraction de l'argent, car on sait que chaque kilogramme d'argent, produit par amalgamation, détermine une perte d'un kilog. de mercure.

Le prix de la tonne de mercure est, en moyenne, de 6 à 7,000 fr. ; mais par suite de la cession provisoire des mines d'Almaden à la maison Rothschild, par le gouvernement espagnol, le prix du mercure s'est élevé quelquefois jusqu'à 12,000 fr. la tonne de 1,000 kilog.

Le mercure métallique est employé pour : 1° l'étamage des glaces ; pour ce seul usage, la France en consomme annuellement, en moyenne, 120,000 ki-

logrammes ; 2° le traitement métallurgique des minerais d'or et d'argent, par la méthode dite d'amalgamation ; 3° la confection de certains instruments de physique, tels que baromètres, thermomètres, etc., 4° l'usage des laboratoires de chimie ; 5° de la médecine, qui l'emploie à l'état métallique, mélangé à des corps gras qui le divisent, et principalement à l'état salin.

Le mercure sert à la préparation de certaines couleurs employées en peinture, telles que le scarlett (bi-iodure mercurique), et le vermillon (cinabre en poudre).

La production annuelle du mercure est, en Europe, d'environ 1,350,000 kilog., répartis comme il suit : Almaden 1,105,000 kilog. ; Idria 175,000 kilog. ; Bavière, duché des Deux-Ponts 30,000 ; Hongrie, Bohême, Transylvanie, 40,000 kilog.

3^e Genre : *Palladium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule = Pa = 53,25.

Les sels de palladium sont décomposés par la chaleur seule ; le métal reste alors sous forme d'éponge grise qui présente quelquefois des teintes irisées.

1^{re} Espèce : *Palladium natif*.

CARACTÈRES. — Le palladium est un métal d'une couleur blanche ou gris d'acier clair ; ductile et malléable, susceptible d'un beau poli, d'un éclat métallique vif ; sa densité varie de 11,8 à 12, sa dureté = 5 ; il est infusible au chalumeau ; mais il fond aisément, quand on ajoute du soufre ; en continuant à chauffer, le soufre se dégage, et il reste un bouton de palladium.

Le palladium est soluble dans l'acide azotique, sa solution est rouge foncé; avec la potasse, elle donne un précipité jaune caractéristique.

Le palladium se trouve en paillettes, en grains, parmi lesquels on en trouve affectant la forme d'octaèdres réguliers (système cubique), en petites tables hexagonales, clivables parallèlement à leurs pans. Il résulte de ces deux formes que ce métal est dimorphe.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — De grandes quantités de palladium ont été extraites des sables platinifères du Brésil; allié à l'or, il forme un alliage blanc estimé (1 de palladium et 6 parties d'or), qui a différents emplois, il est particulièrement usité pour la construction des échelles des instruments de précision; il forme la partie graduée du cercle mural de l'Observatoire de Greenwich, celle d'un des grands cercles de l'Observatoire de Paris; les dentistes font usage d'un alliage identique pour la pose des dents artificielles.

Dans le Hartz, à Tilkerode, M. Zinken a découvert le palladium sélénié.

4^e Genre : *Ruthénium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Ru = 52$.

Les sels de ruthénium sont décomposables par la chaleur seule.

1^{re} Espèce : *Ruthénium*.

CARACTÈRES. — Ce métal se trouve en très-petite quantité dans l'osmiure d'iridium de Russie, qui en contient de 3 à 6 p. 0/0; il est encore plus infusible

que l'iridium, inattaquable par l'eau régale, cassant, sa densité = 11,3.

2^e Espèce : *Laurite* (Wöhler).

Sesquisulfure de ruthénium $Ru^2 S^5$, noir, en petits grains ou globules brillants ; densité = 6,99, raye le quartz, très-cassant, couleur et éclat de fer oligiste, inattaquable par l'eau régale et par le bisulfate potassique fondu au rouge ; mais fondu avec l'hydrate de potasse et le nitre, cristallise en octaèdres réguliers ; se trouve mêlé au minerai de platine de Bornéo, accompagné d'or et de diamant.

**Tableau résumé des espèces de la famille
des Argyrides.**

1	a.	Substance donnant les réactions argentiques.	2
	b.	— — — du mercure, du palladium, du ruthénium.	10
2	a.	Substance d'un blanc d'argent.	3
	b.	— grise, verte, rouge, noire.	6
3	a.	Substance au chalumeau dégageant des vapeurs antimoniales ou arsénicales.	4
	b.	Substance au chalumeau ne dégageant pas de ces vapeurs.	5
4	a.	Substance d'un blanc métallique grisâtre, cassante ; densité = 8 ; vapeurs arsénicales. <i>Arsenic Silber</i> .	
	b.	Substance blanc d'argent, métallique, cassante ; densité = 9,4 à 9,8 ; dureté = 3,5 ; vapeurs antimoniales. <i>Discrase</i> .	
5	a.	Substance blanc d'argent, malléable ; densité = 10,85 ; se coupe au couteau, système cubique ; dans le matras, sublimé de mercure. <i>Arquérite</i> .	
	b.	Substance blanche, ductile, malléable ; densité = 10,5 ; dureté = 2,5 ; système cubique, pas de sublimé de mercure. <i>Argent natif</i> .	
6	a.	Substance rouge ou à poussière rouge.	7
	b.	Substance grise, verte ou jaunâtre, sans poussière rouge.	8

- 7 | a. Gris de plomb bleuâtre ou noirâtre, avec reflets rougeâtres, poussière rouge-sanguin; densité = 5,75 à 5,85; dureté = 2 à 2,5; système hexagonal, au chalumeau, fumées antimoniales *Argyritrose*.
 | b. Rouge clair, vif, éclat adamantin, poussière d'un rouge clair; densité = 5,5; au chalumeau, vapeurs arsénicales *Proustite*.
 | c. Gris de plomb ou gris d'acier tirant sur le noir, poussière rouge-cerise; densité = 5,25; dureté = 2 à 2,5; vapeurs antimoniales. *Miargyrite*.
- 8 | a. Substance dégageant de l'acide sulfureux au chalumeau. *Argyrose*.
 | b. Substance n'en dégageant pas. 9
- 9 | a. Substance grise, tirant sur le bleuâtre ou verdâtre, aspect corné, consistance molle, fusible à la flamme d'une bougie avec une odeur piquante, soluble dans l'ammoniaque; densité = 5,6. *Kérargyrite*.
 | b. Substance vert clair; densité = 4,4 *Bromite*.
 | c. — jaunâtre; densité = 5,9 *Iodite*.
- 10 | a. Substance liquide, métallique; densité = 13,59. *Mercure natif*.
 | b. Substance solide, métallique ou métalloïde 11
- 11 | a. Substance métallique d'un blanc d'argent ou gris d'acier, soluble dans l'acide azotique. *Palladium*.
 | b. Substance métallique inattaquable par l'acide azotique et l'eau régale *Ruthénium*.
 | c. Substance non métallique, d'un rouge-vermillon, poussière rouge écarlate, au chalumeau dégagement d'acide sulfureux *Cinabre*.

5^e Famille : Cuprides.

GENRES : CUIVRE. PLOMB. CADMIUM. BISMUTH.

1^{er} Genre : Cuivre.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Cu} = 31,5$.

Les composés de cuivre chauffés sur le charbon avec de la soude, donnent, au chalumeau, un culot de cuivre métallique facile à reconnaître à sa couleur.

Les oxydes de cuivre, au feu d'oxydation, colorent les fondants en vert, à chaud, et en vert bleuâtre, à froid; au feu de réduction, ils donnent une perle marron à chaud, qui passe au rouge par le refroidissement; enfin, les sels de cuivre colorent la flamme du chalumeau en vert (le chlorure la colore en vert, en vert et bleu et même en rouge).

COMPOSÉS NATURELS CUPRIFÈRES. — Le cuivre en se combinant avec le soufre, l'arsenic, le phosphore, l'oxygène ainsi qu'avec certains métaux et les acides carbonique, silicique, etc., forme un nombre considérable de composés qui peuvent tous être considérés comme minerais de cuivre, pourvu qu'ils soient assez abondants pour satisfaire à une exploitation industrielle, ce sont :

1° *Cuivre natif*; 2° *Chalkosine* ou cuivre sulfuré = $\text{Cu}^2 \text{S}$; 3° *Stromeyérine* ou cuivre sulfuré argentifère = $\text{Ag S} + \text{Cu}^2 \text{S}$; 4° *Covelline* = Cu S ; 5° *Berzeline* ou cuivre sélénié = $\text{Cu}^2 \text{Se}$; 6° *Eukairite* ou cuivre sélénié argentifère = $\text{Ag Se} + \text{Cu}^2 \text{Se}$; 7° *Phillipsite* ou cuivre panaché = $\text{Fe S} + 2 \text{Cu}^2 \text{S}$; 8° *Chalkopyrite* ou cuivre pyriteux = $\text{FeS} + \text{Cu S}$; 9° *Panabase* ou cuivre gris = $\text{Fe}^4 \text{Cu}^{16} \text{Sb}^6 \text{S}^{21}$; 10° *Tannantite* ou cuivre gris arsénifère = $\text{Fe}^4 \text{Cu}^{16} \text{As}^6 \text{S}^{24}$; 11° *Domeykite* ou cuivre arsenical $\text{Cu}^5 \text{As}$; 12° *Chalcostibite* ou cuivre antimonial ou wolfsbergite; 13° *Condurrite* = $\text{Cu}^6 \text{As}^3 + 4 \text{aq}$; 14° *Cuprite* ou cuivre oxydulé = Cu ; 15° *Méla-konite* ou cuivre oxydé noir = Cu ; 16° *Azurite* ou cuivre carbonaté bleu = $2 \text{Cu C}^2 + \text{Cu Aq}$; 17° *Malachite* ou cuivre carbonaté vert = $2 \text{Cu C} + \text{Aq}$; 18° *Mysorine* ou cuivre carbonaté anhydre = Cu C ; 19° *Atakamite* ou cuivre chloruré = $\text{Cu Cl}^2 + 3 \text{Cu} + 4 \text{Aq}$; 20° *Aphérèse* ou cuivre phosphaté = $\text{Cu}^4 \text{Ph}^5 + 2 \text{Aq}$; 21° *Ypoleime* ou cuivre hydro-

phosphaté = $\text{CuPh} + \text{Aq}$; 22° *Olivénite* ou cuivre arséniaté prismatique = $\text{Cu}^4 (\text{As}, \text{Ph})^5 + \text{Aq}$; 23° *Eri-nite* ou cuivre arséniaté rhomboédrique = $\text{Cu}^6 (\text{As}, \text{Ph})^5 + 12 \text{Aq}$; 24° *Liroconite* ou cuivre arséniaté en octaèdres obtus = $2 \text{Cu}^6 (\text{As}, \text{Ph})^5 + \text{Al}^6 (\text{As}, \text{Ph})^5 + 32 \text{Aq}$; 25° *Aphanèse* ou cuivre arséniaté en prisme oblique rhomboïdal = $\text{Cu}^6 (\text{As}, \text{Ph})^5 + 3 \text{Aq}$; 26° *Euchroïte* ou cuivre arséniaté en prisme rhomboïdal droit = $\text{Cu}^4 \text{As}^5 + 7 \text{Aq}$; 27° *Volborthite* ou cuivre vanadaté = $5 \text{Cu}^4 \text{Va}^5 + 2 \text{Ca}^4 \text{Va}^5 + 7 \text{Aq}$; 28° *Dioptase* ou *achérite* = $\text{Cu Si}^2 + \text{Aq}$; 29° *Chrysocole* ou cuivre hydro-siliceux = $\text{Cu Si}^2 + 2 \text{Aq}$; 30° *Cyanose* ou cuivre sulfaté = $\text{Cu S}^3 + 6 \text{Aq}$; 31° *Brochantite* ou sous-sulfate de cuivre = $\text{Cu S} + \text{Aq}$; 32° *Lettsomite* ou cuivre velouté = $4 (\text{Cu}, \text{Al}, \text{Si Aq}) + 3 \text{Si} + 2 \text{Aq}$. M. Pisani a fait connaître la *langite* sous-sulfate de cuivre, d'un bleu verdâtre, différant de la brochantite par un équivalent d'eau en plus ; la *devilline* d'un bleu pâle, sulfate de cuivre contenant de la chaux et de l'oxyde de fer ; la *che-nevixite*, arséniate hydraté de cuivre et de fer.

Minerais cuprifères.

Les espèces minérales à base de cuivre sont nombreuses et très-variées, comme on le voit, par la liste précédente ; à la vérité, la plupart ne sont que des substances accidentelles. Les véritables minerais de cuivre sont : le cuivre natif, la chalkosine, la phillipsite, la chalkopyrite, la panabase, la tannantite, la cuprite, l'azurite, la malachite et la chrysocole. Les plus abondants sont les sulfures, et parmi eux, le plus répandu, est la chalkopyrite ou pyrite cuivreuse, qui fournit à elle seule plus des $\frac{2}{3}$ du cuivre fabriqué. Cependant, dans certains gîtes, d'autres minerais abondent et même dominent sur

la pyrite. A Monte-Catini (Toscane), la chalkosine et la phillipsite sont les minerais les plus importants ; à Mouzaïa (Algérie) et dans quelques filons de Dillenburg (Westphalie), c'est la panabase. A Chessy, l'azurite et la cuprite ont été les substances dominantes ; la malachite est abondante dans les gîtes de la Sibérie, l'atakamite dans ceux de Cobija, au Chili.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Sous le rapport de leur traitement métallurgique, les minerais de cuivre peuvent être divisés en trois classes, savoir :

1° Minerais qui ne contiennent ni soufre, ni antimoine, ni phosphore, ni arsenic, ni plomb, tels que le cuivre natif, la cuprite, la malachite, l'azurite, le chrysocole, dont le traitement consiste en une simple fusion des minerais avec une quantité suffisante de chaux, servant à scorifier les gangues, dans un fourneau à manche et à avant-creuset ;

2° Minerais contenant seulement du soufre, comme chalkosine, chalkopyrite, phillipsite, cyanose, beaucoup plus importants que les précédents, car ils fournissent la plus grande partie du cuivre versé dans le commerce. Ces minerais en tas ou dans des fours à réverbère, sont grillés, puis on les fond, en ajoutant, s'il est nécessaire, un fondant convenable pour liquéfier la gangue. Cette première fonte est appelée fonte crue ; on concentre le cuivre dans un produit appelé matte de cuivre (sulfure double de cuivre et de fer), lequel se sépare aisément des scories, que l'on rejette et qui ne retiennent qu'une quantité insignifiante de cuivre.

Le sulfate de cuivre (cyanose), qui se forme naturellement dans les galeries des mines ou pendant le grillage, peut donner facilement son cuivre en dissolvant le sel dans l'eau et précipitant le métal par le fer ;

3° Minerais renfermant de l'arsenic, de l'antimoine, du phosphore ou du plomb, panabase, tantanite, phosphates et arsénates de cuivre, qui se traitent ordinairement comme ceux de la deuxième classe avec lesquels ils sont le plus souvent mélangés.

Comme le cuivre est un métal qui a une valeur assez considérable, il est important de savoir apprécier le rendement moyen d'une exploitation. On choisit un échantillon qui ait à peu près la composition moyenne du tas à essayer; on le grille et on le fond avec trois parties de flux noir. Le poids du bouton métallique donne la teneur du minerai. Il faut toujours coupeller le bouton de cuivre avec du plomb pour s'assurer s'il contient de l'or ou de l'argent. On peut encore doser le cuivre par voie humide, en dissolvant le minerai dans l'eau régale ou dans l'acide chlorhydrique, et précipitant le métal par une lame de fer ou par l'acide sulfhydrique: on pèse le sulfure de cuivre, calciné à l'abri de l'air (voir notre *Guide de chimie industrielle*).

La valeur des minerais de cuivre dépend à la fois de leur titre, de leur composition, du point où ils se trouvent et du prix du cuivre fabriqué. Le marché principal des minerais de cuivre est à Swansea, dans le pays de Galles, où sont transportés les minerais de Cornouailles, de Cuba, des côtes du Chili, de l'Australie, etc. Le titre des minerais est très-variable, et doit être d'autant plus élevé qu'ils arrivent de plus loin; le titre moyen des minerais de Cornouailles dépasse à peine 7 pour 0/0, tandis que ceux qui arrivent de l'Amérique ou de l'Australie ont un titre qui va de 12 jusqu'à 33 p. 0/0.

Voici comment on procède à Swansea pour l'évaluation des minerais; nous empruntons ces renseignements à M. Burat:

« Un navire chargé de minerai de cuivre arrive
« à Swansea; il est adressé à un commissionnaire

« qui fait immédiatement débarquer et peser ce minerai, le fait bocarder, s'il y a lieu, lotir, et procède aux prises d'essai. Une portion de chaque prise est remise aux essayeurs, le reste est mis en sacs et scellé, pour les cas de difficultés. Les essais sont faits par voie sèche, et le titre est appliqué à chaque lot mis en tas et pesé, déduction faite de l'humidité.

« Le pesage se fait en tonnes de Swansea, la tonne étant composée de 21 quintaux de 112 livres, soit de 1,066 kilogrammes.

« La perte que l'on déduit du poids brut du minerai pour humidité ou autres causes, s'estime en drams par livre anglaise, le dram étant $\frac{1}{16}$ d'once de 16 à la livre anglaise, soit $\frac{1}{256}$.

« Les prix du traitement métallurgique, ou ce qu'on appelle les charges du minerai, sont fixés, d'une manière constante, à 2 livres sterling 15 schellings (68 fr. 75) par tonne.

« Ceci posé, le jour de l'adjudication, on applique au minerai un standard, c'est-à-dire une évaluation spéciale du prix de la tonne du cuivre qui s'y trouve contenu. Les minerais faciles à traiter, ayant, par exemple, du spath fluor pour gangue, les minerais carbonatés ou hydrosilicatés, auront souvent un standard plus élevé que le prix courant du cuivre fabriqué. Les minerais contenant de l'arsenic ou de l'antimoine auront, au contraire, un standard plus bas que le prix courant du cuivre. Mais ce qui fait surtout varier le standard, c'est le titre du minerai; ainsi, par exemple, soit du minerai à 7 1/2 pour 0/0 de cuivre.

« Il faudra 13 tonnes 1/2 pour produire une tonne de cuivre. Admettons que 127 liv., 19 sch., 3 p. soient le standard, c'est-à-dire le prix attribué à la tonne de cuivre contenu dans le minerai. Le

« standard étant déterminé, l'adjudication détermine
« ainsi le prix du minerai :

« Les charges seront 13 1/3	
« × 2 liv. 15 sch.....	36 liv. 13 sch. 1 p.
« le minerai se trouve évalué	
« à 6 liv. 17 sch. la tonne,	
« 13 1/3 × 6 liv., 17 sch.	
« vaudront.....	91 liv. 6 sch. 2 p.
TOTAL.....	<u>127 liv. 19 sch. 3 p.</u>

« Mais dans le compte ainsi fait, le prix du cuivre
« est fictif et plus élevé que le prix réel, parce que
« le minerai étant supposé d'un traitement facile et
« d'un bas titre, les charges sont trop élevées au
« prix de 36 liv., 13 sch., 1 p. Le prix de fabrica-
« tion de la tonne de cuivre se trouvant exagéré, il
« a fallu le corriger par le standard. »

Le prix du cuivre fabriqué oscille entre 2,400 à 3,000 fr. la tonne, ou 240 à 300 fr. le quintal métrique; sa production repose presque entièrement sur quelques localités privilégiées; la production moyenne annuelle de cuivre, pendant ces dix dernières années, a été d'environ 70,000 tonnes ou 700,000 quintaux métriques, répartis comme il suit :

Angleterre.	286,000	quintaux métriques.
Russie.	65,000	
Autriche.	45,000	
Suède et Norwége . . .	21,000	
Allemagne.	15,000	
Turquie.	20,000	
France	7,000	
Espagne et Toscane. . .	8,000	
Amérique	250,000	
Japon.	<u>24,000</u>	
Total.	741,000	quintaux métriques.

qui, à raison de 240 fr. par quintal métrique, re-

présentent une valeur de 177,840,000 francs. La France importe moyennement 85,000 quintaux métriques de cuivre métallique, ce qui porte sa consommation totale à 92,000 quintaux métriques, représentant une valeur de 22,080,000 francs.

Le cuivre a de nombreux usages; il est employé à l'état métallique seul, pour la fabrication des vases domestiques, des chaudières, appareils des distilleries, doublage des vaisseaux; allié au zinc, il forme le laiton ou cuivre jaune; avec l'étain, il constitue le bronze. A l'état d'acétate et d'arsénite, il est employé en peinture; le sulfate sert à chauler les blés et pour la teinture.

GISEMENTS DES MINÉRAIS DE CUIVRE. — Les minerais de cuivre affectent diverses manières d'être, dont les quatre principales sont : 1° en filons; 2° en amas irréguliers; 3° disséminés dans les couches stratifiées ou dans les roches ignées et métamorphiques; 4° en couches régulières.

1° *Filons.* — Les filons constituent les gisements de cuivre les plus fréquents. Les mines de cuivre de Cornouailles, de la Saxe, du Hartz, sont ouvertes dans des filons, principalement de minéraux sulfurés, tels que la chalkopyrite, la chalkosine et la phillipsite; mais la chalkopyrite est le minerai le plus abondant; accidentellement, on y trouve des carbonates, des arséniates, des phosphates et des chlorures. On a découvert, récemment, de beaux filons cuprifères en Californie.

2° *Amas irréguliers.* — Les amas irréguliers sont placés, en général, à la séparation de différents terrains, principalement entre le sol sédimentaire et les roches ignées; quelquefois, ils sont enclavés dans la stratification même des roches cristallophylliennes. La célèbre mine de Fahlun, en Suède,

constitue un vaste amas de chalkopyrite associé à de l'amphibole et intercalé dans le gneiss. Les mines de cuivre de la Toscane sont exploitées sur des amas de phillipsite intercalés dans le terrain crétacé, et accompagnés d'amphibole et de roches serpentineuses.

3° *Disséminés*. — La cuprite, la malachite, l'azurite, la chrysocole et quelquefois le cuivre natif, forment des rognons, des nodules ou des cristaux isolés disséminés dans les couches des terrains sédimentaires. A Chessy, l'azurite et la malachite constituaient des rognons dans le grès bigarré.

4° *Couches*. — La chalkosine et la panabase imprègnent quelquefois si fortement les calcaires schisteux et les schistes bitumineux permien, que ces minéraux forment de véritables couches, comme à Mansfeld. Le minerai cuprifère est postérieur au schiste, car les plantes et les poissons se sont transformés en cuivre sulfuré (voir notre *Guide pratique de géologie*).

Gisement des minerais de cuivre dans le lyonnais. — 1° Cuivre natif : à Sain-Bel, Chessy, en dendrites, en filaments, en mousse; 2° cuprite : à Chessy, en cristaux, à l'état amorphe ou mine rouge, placée entre le terrain ancien et le terrain secondaire; l'intervalle a été rempli par des fragments amphiboliques avec lamelles de cuprite ou de cuivre natif. C'est un gîte de contact épuisé; 3° cuivre oxydé noir ou mine noire de Chessy, provenant de l'altération des pyrites (épuisé); 4° azurite (à Chessy); 5° malachite : à Chessy, Sain-Bel, Longefay, près de Chenelette, dans le filon de galène, Estressin, près de Vienne (Isère), Pont-la-Terrasse; 6° chrysocole : à Chessy; 7° cyanose : à Chessy, Sain-Bel, dans les eaux des mines; 8° tannantite : à

Sain-Bel, Chessy ; 9° chalkopyrite : à Chessy, Sain-Bel, Saint-Clément, près de Tarare.

Gisements de l'Algérie. — L'Algérie nous offre des gisements de substances métallifères, principalement des minerais de fer, de manganèse, de plomb, de cuivre, de zinc.

Dans la province d'Oran, on trouve des gîtes cuprifères à Djebel-Mellaha, à Rouban, à Oued-Habla, à Sidua-Loucha, à Guessiba, à Hamar-Ramadia.

Aux environs d'Alger, on trouve un effleurement assez pauvre de cuivre carbonaté auprès de la porte de Sahel. Le district métallifère de Blidah renferme plusieurs gîtes cuprifères, dont les plus importants sont ceux des environs de Dalmatie et les filons de Mouzaïa. Dans les environs de Milianah et de Tenez, il y a aussi de nombreux gisements de cuivre (à Hammam-Rhira, Oued-Christiou, Ain-Kerma, Oued-Sultan, Oued-Adelia, Oued-Doudou, Oued-Bou-Halou, Djebel-Mraddera, etc.).

Gisement du cuivre natif au Lac-Supérieur. — Les bords méridionaux du Lac-Supérieur (Amérique) sont formés d'une suite de zones successives de schistes et de grès, redressés et fortement métamorphisés. Ces couches sont traversées par des diorites éruptives, cristallines qui se lient à des amygdaloïdes et à des conglomérats formés par les débris de ces amygdaloïdes. Les cavités des amygdaloïdes sont remplies de calcaire cristallin, du quartz-hyalin, et, accidentellement, par de la chlorite verte, du feldspath, de la prehnite, du cuivre natif ou silicaté. Quelquefois le cuivre natif remplit seul la cavité de l'amygdaloïde qui devient alors un véritable minerai cuprifère. Les conglomérats renferment également, sur beaucoup de points, du cuivre natif. Le cuivre natif, associé au quartz et à la chlorite, forme des filons qui traversent les terrains

stratifiés et qui se bifurquent dans les roches amygdaloïdes des bords du Lac-Supérieur. Le principal filon est celui de Clift, qui a environ un mètre de puissance, avec des veines de cuivre natif, dont plusieurs ont de 0^m,50 à 0^m,60 d'épaisseur, et qui ont fourni quelquefois de 10 à 20 tonnes de cuivre. Le filon d'Antonagon est aussi productif que celui de Clift; il est couché dans le sens de la stratification des amygdaloïdes; il produit des masses considérables de cuivre, accidentellement argentifère.

A Kewenaw-Point (Lac-Supérieur), on a trouvé la mélakonite ou cuivre oxydé noir en grandes masses et cristallisé en cubes avec les angles tronqués.

1^{re} *Espèce* : *Cuivre natif. Gediegen Kupfer* (W.).
Chalkos (Grec).

CARACTÈRES. — Le cuivre natif est rouge, très-ductile, attaquable par les acides; sa densité = 8,5; sa dureté = 3; fond au blanc naissant (à 900° du thermomètre à air).

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Il cristallise dans le système cubique; les formes les plus ordinaires sont le cube, l'octaèdre régulier et le dodécaèdre rhomboïdal.

Les cristaux de cuivre natif sont presque toujours groupés par hémiedrie, parallèlement à une face de l'octaèdre; ils sont généralement déformés et allongés dans la direction de deux faces du dodécaèdre rhomboïdal, ce qui leur donne une apparence prismatique. Les cristaux isolés sont fort rares; le cuivre natif se trouve ordinairement en masses ramuleuses, en dendrites ou à l'état filiforme; les extrémités des rameaux sont hérissées de pointes aiguës, qui appartiennent tantôt à l'octaèdre régulier, tantôt à d'autres formes du système cubique, plus ou moins

modifiées (Cornouailles, Oural, Lac-Supérieur).

En outre, le cuivre natif offre des variétés amorphes; il se présente en plaques, en enduits, en grains disséminés, en blocs ou en masses arrondies (Oberstein, îles Féroë, Oural, Canada).

Les gangues les plus habituelles de cuivre natif sont : le granite, le gneiss, le schiste micacé et argileux, le calcaire, la fluorine, la barytine, le quartz seul ou accompagné de chlorite.

Minerais de cuivre oxydés.

2^e Espèce : *Cuprite* (Haid.). *Ziguéline* (Beud.).
Cuivre oxydulé (H.). *Rothkupfererz*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Cet oxyde cuivreux est d'une couleur rouge-cochenille ou rouge-brun foncé, vitreux et translucide, sa râclure est d'un rouge éclatant, sa poussière d'une couleur rouge brunâtre, sa cassure inégale et conchoïde avec apparence vitreuse, son éclat est semi-métallique; il est cassant et facile à réduire en poudre; sa densité varie de 5,7 à 6; sa dureté est comprise entre 3,5 et 4.

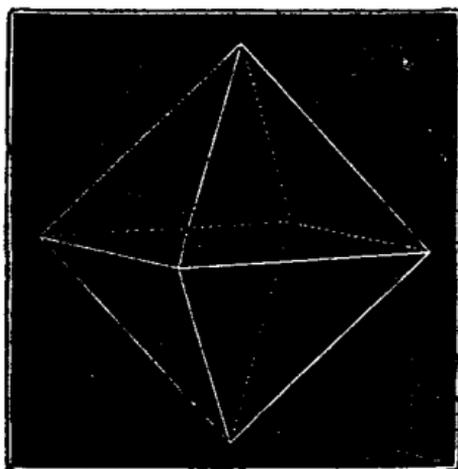
La cuprite présente plusieurs variétés, savoir : 1^o la cuprite cristallisée; 2^o la cuprite lamellaire, en masses présentant un tissu lamelleux plus ou moins sensible; 3^o la cuprite capillaire en petites aiguilles ou en filaments déliés, d'un rouge vif et d'un éclat soyeux (Oural, Cornouailles); 4^o la cuprite compacte en masses volumineuses ayant une apparence vitreuse ou quelquefois résineuse; 5^o la cuprite terreuse, qui a la couleur et l'apparence de la brique pulvérisée, c'est un mélange de cuprite et d'oligiste ou de limonite (Ziegelerz des Allemands).

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La cuprite cristallise dans le système cubique; sa forme primi-

tive est le cube ; ses formes dominantes sont l'octaèdre régulier, le cubo-octaèdre et le dodécaèdre rhomboïdal, avec des clivages faciles parallèlement aux faces du cube (fig. 164, 171, 166, 167).

Les cristaux sont quelquefois très-gros ; ce sont

Fig. 171.



parfois des cubes déformés et allongés, ou des octaèdres simples ou modifiés. Souvent la cuprite se présente en masses cristallines engagées dans une gangue ; ces masses sont formées par de petits cristaux soudés entre eux, ce qui leur donne une disposition ramifiée.

Dans quelques gîtes (Chessy), on a trouvé de gros cristaux isolés de cuprite, qui s'étaient transformés au moins superficiellement, en malachite, sans que la netteté et la régularité de leurs formes eussent été altérées. En général, on trouve au centre du cristal un noyau inaltéré ; sur certains échantillons, la métamorphose est complète ; sur d'autres, le centre de chaque face était rongé plus ou moins complètement, quelquefois, le milieu du cristal est tout à fait vide, en sorte qu'il ne reste plus qu'une

espèce de carcasse octaédrique, les arêtes étant nettement conservées.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La cuprite est soluble avec effervescence dans l'acide azotique qu'il colore en vert; elle est fusible au chalumeau, au feu d'oxydation, en une matière noire qui s'étend sur le charbon; au feu de réduction, elle est réduite en un globule de cuivre métallique; elle colore la flamme du chalumeau en vert. Avec le borax et le sel de phosphore, l'oxydule de cuivre fond facilement au feu d'oxydation et se transforme en un beau verre vert qui devient incolore au feu de réduction, et qui, refroidi, devient rouge cinabre et opaque.

Avec la soude, la cuprite se résout sur le fil de platine en un beau verre vert, qui perd de sa couleur et devient opaque par le refroidissement.

Le chalumeau met en évidence des quantités très-petites de cuivre, mais si le cuivre était combiné avec des métaux, susceptibles de se réduire comme lui, il faut alors employer le borax avec l'étain. Le verre obtenu en soufflant devient rouge, opaque par le refroidissement, en continuant à souffler le cuivre, se dépose à l'état métallique et la coloration est détruite.

			Rapports.
Cuivre.....	88,78	0,22	2
Oxygène....	11,22	0,11	1

Formule : $\text{Cu} = \text{Cu}^2\text{O}$.

GISEMENTS. — La cuprite se trouve à Chessy et à Sain-Bel, dans le département du Rhône; dans le Cornouailles, la Hongrie, l'Oural, l'Altai, au Hartz, dans l'Amérique Méridionale, à Cuba, dans la Colombie, au Chili, etc.

3^e Espèce : *Mélaconite*. *Cuivre oxydé noir*. *Ténérite*. *Kupferschwartz*. *Mélaconise*.

CARACTÈRES. — Substance noire, d'un noir velouté ou tirant sur le brun, terreuse, plus ou moins agrégée, très-tendre, poussière noire, compacte ou en grandes masses et en cubes avec les angles tronqués (à Kewenaw-Point); dureté = 3; densité = 6,25. Attaquable par l'acide azotique sans dégagement de gaz; fusible au chalumeau en une scorie noire, et réductible en un globule de cuivre au feu de réduction.

Cette substance se trouve ordinairement accompagnée d'autres minerais de cuivre; c'est un produit accidentel qui provient de la décomposition des autres minéraux cuprifères, sulfures ou carbonates. On l'a trouvée à Chessy, où elle était exploitée sous le nom de mine noire, à Kewenaw-Point, en masses considérables, à Kupferberg et Rudelstadt, en Silésie. Une variété de cette espèce se trouve en petites écailles très-minces, dans les cavités des laves du Vésuve, associée à la covelline ou cuivre sulfuré bleu (CuS). Cette dernière espèce paraît résulter de la réaction de l'acide sulfurique sur le chlorure de cuivre. On la trouve en quantité assez considérable près de Copper-Harber (Lac-Supérieur), dans un filon qui traverse le trapp et le conglomérat.

Minerais de cuivre sulfurés.

4^e Espèce : *Chalkosine* (Beud.). *Cuivre sulfuré* (H.).
Kupferglas. *Kupferglanz* (W.).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La chalkosine possède une couleur d'un gris de fer plus ou moins sombre,

ou d'un gris de plomb noirâtre, souvent avec une teinte bleuâtre à la surface, peu brillante, qui acquiert de l'éclat par la rayure. Sa densité varie de 5,5 à 5,8; sa dureté de 2,5 à 3; elle est très-tendre et très-fragile, se laisse couper au couteau en donnant des copeaux noirs et courbes, à surface luisante; son éclat est métalloïde, sa cassure conchoïde et inégale.

La chalkosine se trouve en cristaux, en masses lamellaires et compactes, ce qui donne diverses variétés de cette espèce : 1° chalkosine lamellaire ou feuilletée; 2° chalkosine compacte ou vitreuse; 3° chalkosine pseudomorphique qui semble être une épigénie de cuivre natif, elle est disposée en masses ramifiées, stalactiformes; 4° chalkosine argentifère.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — D'après Haüy et Dufrenoy, la chalkosine cristallise dans le système hexagonal; mais Mohs et M. de Lafosse admettent, pour sa forme primitive un prisme, ortho-rhombique de $119^{\circ}, 35'$, qui passe à la forme d'un prisme hexagonal.

En général, les cristaux de ce minéral, assez rares, présentent toutes les apparences des prismes hexaèdres limites (120° et 60°) simulant les formes du type hexagonal. La base porte des stries légères, qui peuvent servir à distinguer ces cristaux simples de ceux qui résultent de la réunion de six cristaux accolés, dans lesquels la base présente des stries rayonnantes; quelquefois la chalkosine présente une autre mâcle qui consiste en quatre cristaux accolés en croix.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La chalkosine est soluble dans l'acide azotique; elle fond à la flamme d'une bougie, quand elle est en petits fragments, et

se réduit facilement au chalumeau. Seule sur le charbon, elle dégage une odeur d'acide sulfureux, fond aisément à la flamme extérieure, bouillonne et projette des gouttes incandescentes; à la flamme intérieure, elle se couvre d'une croûte qui empêche sa fusion. Dans le tube ouvert, il y a dégagement d'acide sulfureux; avec le borax ou la soude, le minéral grillé donne un grain de cuivre.

		Rapports atomiques.	
Cuivre.....	79,50	0,200	2
Soufre.....	19,50	0,095	1
	99,00		

Formule : Cu^2S ou CuS .

Cette substance contient ordinairement une petite quantité de sulfure de fer, du sulfure de bismuth (wittichite, Kupferwismuthertz) et quelquefois de sulfure d'argent (Silberkupferglanz).

Ce sulfure double d'argent et de cuivre $\text{AgS} + \text{Cu}^2\text{S}$ (stromeyérine) a été trouvé à Rudelstadt, en Silésie, en échantillons cristallisés sous la forme de prismes à six faces, dérivant du prisme ortho-rhombique; sa dureté = 3,5; sa densité = 6,25; ne bouillonne pas au chalumeau en fondant, comme le sulfure simple de cuivre.

GISEMENTS. — La chalkosine est un des minerais de cuivre les plus riches, puisqu'elle renferme plus de 79 p. 0/0 de cuivre; mais elle ne se trouve pas en masses considérables: c'est une substance accidentelle dans les gîtes de cuivre pyriteux ou chalcoppyrite de Cornouailles, de la Hesse, de Mansfeld, de la Hongrie, de la Saxe; elle forme quelquefois des amas et des filons très-puissants.

Dans l'Oural et l'Altaï, la chalkosine est abondante, elle se présente en filons, amas, rognons; elle forme le minerai principal des exploitations de

la Sibérie, où le cuivre pyriteux manque et est remplacé par le sulfure simple.

COVELLINE. — La covelline est plus riche en soufre que la chalkosine ; opaque, bleu-indigo très-foncé, poussière noire ; tendre, facile à pulvériser ; densité = 4,6 ; dureté = 1,5 à 2 ; au chalumeau, brûle avec une flamme bleue ; se présente en enduits et en lames cristallines hexagonales.

5^e Espèce : *Phillipsite* (Beud.). *Cuivre panaché*.
Cuivre pyriteux hépatique (H.). *Buntkupfererz*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le cuivre panaché a un aspect métalloïde approchant de l'éclat métallique ; sa couleur est d'un jaune de bronze, qui tient le milieu entre le rouge de cuivre et le brun-tombac, ou d'un brun rougeâtre, avec des teintes irisées, le plus souvent nuancées de bleu, de violet et de rouge à la surface : de là, le nom de cuivre panaché. Il est mou, peu fragile, aigre, cassant ; sa cassure est inégale, conchoïde et d'un rouge violâtre ; sa densité = 5 ; sa dureté = 3 ; il raye le calcaire, est rayé par la fluorine.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La phillipsite cristallise dans le système cubique ; sa forme primitive est le cube ; les formes dominantes sont : le cube et le cubo-octaèdre avec des traces de clivage octaédrique. Les cristaux sont rares, leurs faces peu nettes et généralement courbes ; on trouve des cristaux de ce minéral dans les mines de Cornouailles (de Tincroft, de Dolcoath).

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La phillipsite fond au chalumeau en un globule métalloïde, gris, attirable

à l'aimant; avec la soude, on obtient un bouton métallique. Elle est soluble dans l'acide azotique, en donnant une solution verte qui précipite de l'oxyde ferrique par l'ammoniaque.

		Rapports atomiques.	
Cuivre.....	58,20	0,154	4
Fer.....	14,84	0,041	1
Soufre.....	26,98	0,118	3
	<u>100,02</u>		

Formule : $\text{FeS} + 2\text{Cu}^2\text{S}$.

GISEMENTS. — La phillipsite est un minéral de cuivre abondant, qui renferme jusqu'à 61 p. 0/0 de cuivre; elle se rencontre surtout à l'état amorphe, le plus souvent en rognons disséminés, en incrustations à la surface des roches, en enduits minces sur la chalkosine et la chalkopyrite, auxquelles elle est fréquemment associée. On la trouve à Ross-Island; dans le Killarney, en Irlande; dans les schistes bitumino-cuprifères de la Hesse et de Mansfeld; dans le Bannat, en Hongrie; à Monte Catini (Toscane).

La phillipsite est le minéral dominant à Monte-Catini; elle forme des nodules et des amas en cha-pelets dans un filon serpentineux, placé au contact des serpentines et des euphotides. Elle rend environ 60 p. 0/0 de cuivre, tandis que la chalkopyrite n'en rend que 30 p. 0/0.

Les filons de Cornouailles ne présentent la phillipsite que comme substance accidentelle; elle se trouve en abondance dans plusieurs gîtes de Sibérie.

6^e *Espèce* : *Chalkopyrite* (Beud.). *Cuivre pyri-teux* (H.). *Pyrite cuivreuse*. *Kupferkies*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La chalkopyrite possède l'éclat métallique avec une couleur jaune laiton foncé tirant un peu sur le verdâtre, quelquefois le jaune

d'or avec des teintes irisées, qui se montrent par places et qui sont dues à un commencement d'altération superficielle. Ces irisations se présentent surtout dans les masses amorphes, et aussi parfois dans la cassure, quand il y a des fissures. Ces irisations sont d'une couleur très-vive et généralement plus claires que celles de la phillipsite.

La chalkopyrite est cassante à un faible degré; sa cassure est inégale, raboteuse et imparfaitement conchoïde; sa densité varie de 4,1 à 4,3; sa dureté = 4; elle ne fait pas feu au briquet.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système quadratique, avec des formes du sous-système sphénoédrique. La forme primitive est un prisme droit à base carrée, dans lequel le côté de la base est au côté de la hauteur dans le rapport $\frac{5}{7}$.

Les formes dominantes sont : 1° des sphénoèdres simples; 2° des sphénoèdres modifiés; 3° des quadroctaèdres.

Les cristaux sont quelquefois des quadroctaèdres, mais le plus souvent des sphénoèdres qui, par suite de la presque égalité des arêtes basiques ou horizontales et des arêtes verticales, simulent le tétraèdre régulier.

La pyrite cuivreuse se trouve : 1° en cristaux; 2° en masses amorphes, reconnaissables à leur cassure inégale, à leur couleur jaune foncée souvent affectée d'irisations; 3° en concrétions mamelonnées, en général, de petits mamelons à surface lisse, séparés, stalactiformes; 4° en dendrites.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le cuivré pyriteux est soluble dans l'acide azotique en donnant une solution verte, dans laquelle l'ammoniaque détermine

une réaction qui précipite de l'oxyde ferrique et de l'oxyde cuivrique ; il est fusible au chalumeau en un globule noir, qui devient attirable à l'aimant ; fondu avec le carbonate sodique, il donne un globule de cuivre métallique.

		Rapports atomiques.	
Soufre.....	35,87	0,178	2
Cuivre.....	34,40	0,088	1
Fer.....	30,47	0,089	1
	<u>100,74</u>		

Formule : FeS + CuS.

GISEMENTS. — La chalkopyrite est un des minerais de cuivre les moins riches, mais des plus abondants et des plus exploités ; à l'état de pureté, elle renferme de 30 à 35 p. 0/0 de cuivre, mais, en général, elle est très-mélangée de gangue. Elle forme des filons ou des amas dans les terrains cristallins, ou des veines, des rognons dans les dépôts sédimentaires qui ont été traversés par des roches éruptives (Monte-Catini), ou par des sources minérales. Les gangues les plus ordinaires, sont : le quartz, le calcaire et des roches serpentineuses ou amphiboliques.

Dans le Cornouailles, la chalkopyrite se trouve en filons enclavés dans les schistes argileux primaires ; les mines de cette contrée rendent annuellement de 10 à 12,000 tonnes de cuivre métallique. Cependant, le minerai n'y est pas riche ; il rend rarement 10 à 12 p. 0/0 ; sa richesse moyenne n'est que de 8, et parfois son rendement descend jusqu'à 3 à 4 p. 0/0.

On trouve encore des exploitations de chalkopyrite dans l'île d'Anglesey, dans le comté de Wicklow, en Irlande ; dans le Derbyshire, etc.

Les célèbres mines de Fahlun, en Suède, de Röraas, en Norwège, sont ouvertes sur de vastes amas de

cuivre pyriteux, placés dans le gneiss et enveloppés de serpentine.

En Allemagne, on exploite les pyrites cuivreuses dans le Hartz, aux environs de Freiberg, de Mansfeld.

En Toscane, à Monte-Catini, près de Volterra, la chalkopyrite, associée à la phillipsite, se trouve en amas ou en filons irréguliers dans le terrain crétaé. On l'exploite aussi à Temperino, où elle forme des dykes, accompagnée d'amphibole.

La chalkopyrite forme des veines dans les schistes de Chessy et de Sain-Bel; à Baigorry, dans les Pyrénées, elle traverse le gneiss et le micaschiste : on la trouve à la Gardette et aux Chalanches (Isère), à Giromagny (Haut-Rhin), à Ste-Marie-aux-Mines (Vosges).

A Tenez (Algérie), des gites de pyrite cuivreuse se trouvent dans le terrain crétaé, comme en Toscane.

Les États-Unis, le Mexique, la Colombie, le Chili, possèdent des gites cuprifères importants, composés de chalkopyrite associée à la phillipsite.

Les gites de Chessy et de Sain-Bel, sont exploités aujourd'hui pour en retirer la pyrite de fer, qui s'y présente tantôt seule, tantôt accompagnée de pyrite cuivreuse, en veines discontinues. Ces pyrites servent à la fabrication de l'acide sulfurique; pour en retirer le cuivre, on étend sur une aire les résidus du grillage, on les arrose fréquemment avec de l'eau acidulée qui traverse la masse et dissout les sulfates ferreux et cuivrique; ensuite, on fait déposer le cuivre sur des ferrailles plongées dans des bassins, où arrivent et séjournent les eaux sulfatées.

7^e Espèce : *Panabase* (Beud.). *Tétraédrite* (Haid.).
Cuivre gris (H.). *Fahlerz* (W.).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La panabase est d'une couleur gris métallique, variant depuis le gris de plomb ou gris d'acier plus ou moins clair, jusqu'au gris foncé ou noir de fer ; sa poussière est noirâtre avec une teinte rouge dans les variétés qui contiennent une notable proportion de blende. Sa densité varie de 4,3 à 5,2 ; sa dureté est comprise entre 3,5 et 4 ; elle est fragile, cassante ; sa cassure est inégale, à grain fin et peu brillante, passant à la cassure conchoïde ; elle s'électrise par le frottement.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La panabase cristallise dans le système cubique, sa forme fonda-

Fig. 172.

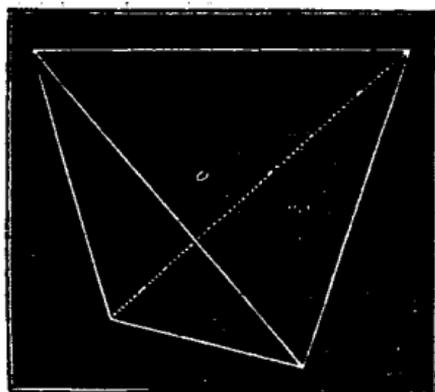
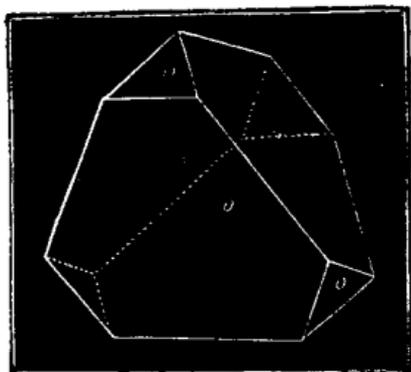


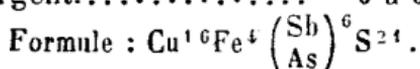
Fig. 173



mentale est le tétraèdre régulier (fig. 172 et 173) ; ses formes dominantes sont : 1^o le tétraèdre régulier ; 2^o le tétraèdre pyramidé ou tétra-trièdre ; 3^o l'octaèdre ; 4^o le dodécaèdre trapézoïdal ; 5^o le dodécaèdre rhomboïdal, avec des clivages difficiles ou nuls.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La panabase est atta-
quable par l'acide azotique ; elle fond au chalumeau
avec dégagement de vapeurs antimoniales et quel-
quefois de vapeurs arsénicales ; sa substance peut
être considérée comme formée de la combinaison
d'un atome d'un sesquisulfure et de quatre atomes
d'un monosulfure ; le sesquisulfure est à base
d'antimoine ou d'arsenic, tandis que le monosulfure
a ordinairement pour radicaux le cuivre, le fer,
l'argent, le zinc, dans les proportions suivantes :

Soufre.....	22 à 27 pour 100.
Cuivre.....	23 à 40
Antimoine.....	12 à 28
Arsenic.....	0 à 19
Fer.....	2 à 7
Argent.....	0 à 3



VARIÉTÉS. — Le cuivre gris forme deux variétés
distinctes et bien tranchées, selon que c'est l'arsenic
ou l'antimoine qui domine ; les variétés arsénicales
sont désignées sous le nom spécial de tennantites,
tandis que celles qui sont antimonifères ont conservé
le nom de cuivre gris. Elles présentent des types
cristallins différents, quoique appartenant toutes
deux au système cubique avec hémiedrie.

A. *Variétés antimonifères.* — Le cuivre gris
antimonifère cristallise le plus souvent en tétraèdres
diversement modifiés, parfois pyramidés, rarement
tout à fait simples, avec des traces de clivages paral-
lèlement aux faces du tétraèdre. Au chalumeau, il se
grille en donnant des fumées d'antimoine et un glo-
bule de cuivre aigre. Sa couleur est le gris-noir plus
ou moins foncé, son éclat métallique ne se ternit pas
à l'air ; sa cassure n'est jamais résineuse, sa pous-
sière est d'un gris plus clair que la tennantite.

Le cuivre gris antimonifère, sans argent, est la

variété la plus commune, on la trouve au Hartz, en Saxe, en Hongrie, en France, en Algérie, etc.; il y a des variétés argentifères, hydrargyriques.

Le cuivre gris argentifère contient une proportion notable d'argent, quelquefois 5 p. 0/0 et jusqu'à 20 d'argent, en remplacement d'une quantité de cuivre équivalente (Wolfach, Anneberg).

Le cuivre gris hydrargyrique contient une proportion de mercure qui varie de 1 à 16 p. 0/0.

(Schwatz, en Tyrol; Poratsch, en Hongrie, etc.)

B. *Tennantites ou cuivres gris arsénifères.* — Les tennantites ($\text{Cu}^{16} \text{Fe}^4 \text{As}^6 \text{S}^{21}$) ont pour forme dominante le dodécaèdre-rhomboidal; au chalumeau elles brûlent en répandant une forte odeur arsénicale; les couleurs sont plus sombres que dans les variétés antimonifères, elles sont presque noirâtres et se ternissent à l'air.

On y distingue: 1° la tennantite zincifère d'un gris de plomb ou d'acier, avec une poussière de couleur rouge; 2° la tennantite de Cornouailles, de Mouzaïa (Algérie), de Toscane, d'un gris de plomb noirâtre, passant au noir de fer, avec poussière d'un gris rougeâtre foncé; 3° la binnite, du Valais, en petits cristaux, à faces brillantes, d'un noir de fer avec poussière rougeâtre.

GISEMENTS. — Les cuivres gris se présentent quelquefois en lits, en masses et souvent en filons; ils accompagnent souvent la chalkopyrite et sont associés à la galène, à la blende, à l'argyrose. On les trouve en Hongrie, à Freiberg, au Hartz, à Baigorri et sur d'autres points des Pyrénées; à la Gardette, à Chalançhes, à Sainte-Marie-aux-Mines; à Mouzaïa, sur la route de Blidah à Médéah (Algérie) où ils sont exploités.

Au point de vue industriel, le cuivre gris n'est

qu'un cuivre pyriteux impur contenant de 25 à 40 p. 0/0 de cuivre ; c'est un minéral important, mais qui acquiert une importance particulière quand il renferme de l'argent, il peut en contenir jusqu'à 10 et 20 p. 0/0.

Le cuivre gris, quoique étant un minéral fréquent, est rarement assez abondant pour former des gites exploitables. (Bournonite : voir le plomb.)

Minerais de cuivre chlorurés.

8^e *Espèce* : *Atacamite* (Blum). *Atakamite* (Béud.).
Cuivre muriaté (H.). *Cuivre oxychloruré*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'atakamite se présente tantôt en petits cristaux, tantôt en petites houppes fibreuses, tantôt en sables ; sa couleur est le vert émeraude, le vert foncé ou le vert bleuâtre ; elle se distingue du vert de la malachite par un ton plus foncé et plus voisin du vert olive ; son éclat est assez vif, sa cassure peut être inégale, conchoïde ou fibreuse ; les cristaux sont souvent translucides ; sa densité = 4,4 ; sa dureté = 3,5.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'atakamite cristallise dans le système ortho-rhombique ; sa forme primitive est le prisme rhomboïdal droit ; les formes ordinaires sont des octaèdres rectangulaires et des aiguilles prismatiques avec des clivages peu distincts.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'atakamite est soluble dans les acides, *sans effervescence* et sans résidu, ce qui la distingue de la malachite ; l'ammoniaque la dissout en une liqueur bleue. Elle est fusible au chalumeau et réductible en colorant la flamme en bleu, et sur ses bords en vert. Un dépôt rouge se forme

sur le charbon, la matière fond, se réduit et donne un grain de cuivre entouré de scories.

	Atakamite du Chili.		Rapports atomiques.	
Chlore	15,90	12,92	0,058	2
Cuivre.....	14,22	11,54	0,029	4
Oxyde cuivrique.	54,22	57,54	0,116	3
Eau.....	14,16	13,60	0,120	4
Mélange.....	1,50	5,00	.	.
	<u>100,00</u>	<u>100,60</u>		

Formule : $\text{CuCl}^2 + 3\text{Cu} + 4\text{Aq} = \text{CuCl}^2 + 3\text{CuO} + 4\text{HO}$.

GISEMENTS. — Au Chili, au Pérou, au Mexique, l'atakamite est assez abondante pour être considérée comme minerai de cuivre, qui rend de 30 à 45 p.0/0. Les principaux gites sont à Tarapaca, Cobija, Tocopilla, en Bolivie, los-Remolinos, Copiapo, Santa-Rosa, Huasco et Soledad, au Chili. Dans ces différents gites on la trouve cristallisée, ou en masses aciculaires droites ou radiées.

Elle se trouve aussi désagrégée en masses sablonneuses vertes, qui proviennent de l'action des eaux sur les masses qui forment les gites de Tarapaca, de Cobija, situés au milieu du désert d'Atakama en Bolivie. Ces sables verts sont connus sous le nom de sables verts du Pérou.

En Saxe, à Schwarzenberg, on trouve l'atakamite associée à un minerai de fer compacte ; on l'a trouvée aussi en masses amorphes, en aiguilles ou en enduits terreux dans les cavités des laves du Vésuve et de l'Etna.

Minerais de cuivre salins.

PHOSPHATES ET ARSÉNIATES.

Les phosphates et les arséniate cuivriques sont des minerais rares qui renferment de 38 à 50 p. 0/0 de cuivre ; ils ressemblent assez aux masses con-

créionnées de malachite et d'atakamite, mais leur nuance est plus foncée. A la flamme intérieure du chalumeau ils se fondent en un globule de cuivre aigre ; mais les arséniates présentent de plus l'odeur alliagée arsénicale que n'ont pas les phosphates.

9^e *Espèce* : *Aphérèse* (Beud.). *Libéthénite* (Delaf.)
Ypoléime. *Cuivre phosphaté* (H.).

CARACTÈRES. — Substance d'une couleur vert foncé, quelquefois olivâtre, translucide, d'un éclat gras ou vitreux ; densité = 4,20 ; dureté = 4,5 ; soluble dans l'acide azotique, fusible et réductible au chalumeau ; seule elle ne colore pas la flamme ; fondue avec un volume de plomb égal au sien, au feu de réduction, on obtient un phosphate de plomb qui cristallise par le refroidissement.

Le cuivre phosphaté renferme :

Acide phosphorique.....	30
Oxyde cuivrique.....	66
Eau.....	4
	<hr/>
	100

Formule : $\text{CuPh} + \text{Aq} = \text{CuO}, \text{PhO}^5, \text{HO}$.

Il cristallise dans le système clino-rhombique (ypoléime) et certaines variétés dans le système ortho-rhombique (aphérèse).

GISEMENT. — Le phosphate cuivrique est le plus souvent un produit de l'altération d'autres minerais de cuivre dont il forme le chapeau. Il a servi de minerai dans les parties supérieures du filon du Virneberg, à Reinbreitbach, sur la rive droite du Rhin ; mais au-dessous de 2 à 300 mètres, le phosphate est remplacé par des sulfures.

10^e Espèce : *Cuivre arséniaté.*

CARACTÈRES. — On distingue cinq arséniates, verts ou bleuâtres, tous solubles dans les acides ; au chalumeau, ils fondent avec facilité et donnent sur le charbon un globule de cuivre, souvent entouré d'une scorie noirâtre, et dégagent des vapeurs arsénicales.

1^o *Olivénite, cuivre arséniaté prismatique* (système ortho-rhombique) d'un vert-olive ou d'un vert sombre, renfermant de 40 à 45 p. 0/0 de cuivre = 4CuO , AsO^5 , HO .

2^o *Erinite, cuivre arséniaté rhomboédrique* — *Kupferglimmer* (système hexagonal) d'un beau vert-émeraude, contenant 46 p. 0/0 de cuivre = 6CuO , AsO^5 , 12HO .

3^o *Liroconite, cuivre arséniaté octaédrique* (système ortho-rhombique) en octaèdres obtus, d'un beau bleu céleste ou d'un bleu verdâtre, 40 p. 0/0 de cuivre.

4^o *Aphanèse, cuivre arséniaté unoblique* (système clino-rhombique) en prisme rhomboïdal, vert bleuâtre très-foncé, renfermant 50 p. 0/0 de cuivre = 6CuO , AsO^5 , 3HO ;

5^o *Euchroïte, cuivre arséniaté prismatique* (système ortho-rhombique) en prisme rhomboïdal droit, d'un beau vert émeraude, renfermant 38 p. 0/0 de cuivre = 4CuO , AsO^5 , 7HO .

Le cuivre arséniaté se trouve principalement dans les gites cuprifères du Cornouailles et de la Hongrie.

Silicates.**11^e Espèce : Diopase (H.). Achirite. Kupfer-Smaragd (W.).**

CARACTÈRES. — La diopase (bisilicate de cuivre monohydraté) est une substance vitreuse, d'un beau vert émeraude, d'un éclat vif et vitreux, transparent, à double réfraction, à un axe positif, quelquefois vert noirâtre, cassure conchoïdale et inégale; densité = 3,3; dureté = 5.

Donne de l'eau par calcination : elle est soluble en gelée dans l'acide chlorhydrique; au chalumeau, elle décrépète et colore la flamme en vert; chauffée dans la flamme extérieure, elle noircit; dans la flamme intérieure, elle devient rouge, mais ne fond pas. Elle contient :

	Rapports atomiques.	
Acide silicique.....	36,57	2
Oxyde cuivrique.....	30,12	1
Eau.....	12,40	1
	<hr/>	
	99,09	

Formule : $\text{CuSi}^2 + \text{Aq} = \text{CuO}, 2\text{SiO}^3, \text{HO}$ ou $3\text{CuO}, 2\text{SiO}^3, 3\text{HO}$.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La diopase cristallise dans le système hexagonal; sa forme primitive est le rhomboèdre obtus de $126^\circ, 24'$, avec des clivages parallèlement aux faces de ce rhomboèdre.

La forme primitive se trouve rarement seule; elle est presque toujours modifiée par les faces d'un prisme hexagonal et par celles d'un second rhomboèdre de $95^\circ, 48'$. Le plus souvent la forme de cette espèce est un prisme hexagonal terminé par un rhomboèdre obtus.

GISEMENT. — La diopase est très-rare; on l'a trouvée dans un calcaire compacte, associée au quartz et au calcaire cristallin, au mont Altin-Tubé, à

l'ouest de l'Altaï, dans le pays des Kirghis et près de Baubach, dans le duché de Nassau.

12^e *Espèce* : *Chrysocolle* (Beud.). *Cuivre hydro-silicaté*. *Kieselkupfer*.

CARACTÈRES. — La chrysocolle (bi-silicate de cuivre bi-hydraté) présente la même composition que la diopside, sauf la proportion d'eau ; c'est une substance amorphe, compacte, fréquemment mamelonnée, d'un vert bleuâtre, bleu verdâtre et quelquefois même brunâtre ; sa cassure est conchoïdale et *résineuse*, fragile, sa densité = 2,3 ; sa dureté = 2,5 ; donne de l'eau par calcination et noircit ; infusible au chalumeau ; attaquable par les acides en laissant un résidu de silice ; elle est composée de :

		Rapports atomiques.
Silice.....	34,40	2
Oxyde cuivrique.....	45,10	1
Eau.....	20,50	2
	<hr/>	
	100,00	

Formule : $\text{CuSi}^2 + 2\text{Aq} = \text{CuO}, 2\text{SiO}^3, 2\text{HO}$ ou $3\text{CuO}, 2\text{SiO}^3, 6\text{HO}$.

GISEMENT. — La chrysocolle accompagne ordinairement les dépôts de malachite, de cuprite et autres minerais de cuivre au milieu desquels elle forme des petits amas. Dans presque tous les gîtes cuprifères importants, on a trouvé des concrétions et stalactites de chrysocolle, placées vers les parties supérieures des gisements et mélangées d'oxydes de fer ou de manganèse. Les belles variétés mamelonnées ou fibreuses viennent des monts Ourals (Mines de Turjnisk), des monts Altaï (mines de Kolywan), des mines de Chili, du Lac-Supérieur, de la Saxe, de la Bavière et des Pyrénées-orientales (ancienne mine de Thués et Canavilles).

Carbonates.

On distingue trois espèces de carbonates cuivriques, savoir : 1° la mysorine ou carbonate brun, anhydre, contenant 48 p. 0/0 de cuivre, rare ; 2° l'azurite ou carbonate bleu, hydrocarbonate de cuivre renfermant 55 p. 0/0 de métal ; 3° la malachite ou carbonate vert, carbonate basique et hydraté, contenant 50 0/0 p. de cuivre.

13^e *Espèce : Mysorine (Beud.). Cuivre carbonaté brun.*

CARACTÈRES. — Substance formée d'un carbonate de cuivre anhydre CuO , CO^2 , d'un brun noirâtre foncé, à cassure conchoïde, en masses terreuses ou compactes, très-rarement cristallisée ; fait lentement effervescence en présence des acides ; sa densité = 2,62, elle contient 48 p. 0/0 de cuivre ; elle n'a été trouvée que dans l'Indoustan (mysore) en filons dans les terrains anciens.

14^e *Espèce : Azurite (Beud.). Chessylite (Brooke et Miller). Cuivre carbonaté bleu. Kupferlasur (W.).*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'azurite a une couleur bleue d'azur passant au bleu-indigo, elle est transparente ou translucide et paraît opaque en cristaux épais ; son éclat est très-vif sur les faces naturelles, vitreux, presque adamantin ; sa cassure est vitreuse et conchoïdale, très-difficilement lamelleuse ; sa densité = 3,80 ; sa dureté = 4.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'azurite cristallise dans le système clino-rhombique ; sa forme primitive est le prisme rhomboïdal oblique, dans

lequel l'incidence des faces latérales est de $98^{\circ}, 42'$, celle de la base sur chacune d'elles de $91^{\circ}, 52'$; l'un des côtés de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{7}{9}$; des clivages difficiles existent parallèlement aux faces de la forme primitive, et des clivages plus faciles selon les faces modifiantes. Les formes ordinaires sont l'azurite primitive avec des tronçatures sur les arêtes inférieures des bases ou avec des petites facettes triangulaires placées sur les angles solides latéraux, ou bien la forme primitive modifiée latéralement sur les arêtes et les angles.

Les cristaux d'azurite ne sont pas très-communs isolés; leur manière d'être la plus ordinaire est en masses plus ou moins considérables hérissées de cristaux. Ces masses passent aussi fréquemment à des masses concrétionnées, en mamelons plus ou moins sphéroïdaux, qui ont parfois une surface drusique et un centre plus ou moins oxydé; on l'a rencontrée aussi en nodules radiés ou compactes, en concrétions stalactiformes, etc.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'azurite est soluble dans les acides; mais pour déterminer l'effervescence, il faut faire chauffer légèrement.

Au chalumeau seul, elle dégage de l'eau et se convertit au feu d'oxydation en une boule noire; avec le borax, elle fond aisément et donne un beau verre de couleur émeraude; c'est un carbonate sesquibasique hydraté contenant :

		Oxygène.	Rapports.
Acide carbonique.....	25,72	18,61	4
Oxyde cuivrique.....	69,08	13,95	3
Eau	5,20	4,62	1
	100,00		

Formule : $2\text{CuC}^2 + \text{Cu} + \text{Aq} = 2(\text{CuO}, \text{CO}^2) + \text{CuO} + \text{HO}$ ou $= 3\text{CuO}, 2\text{CO}^2, \text{HO}$.

GISEMENT. — L'azurite est un minéral accidentel subordonné aux filons qui renferment d'autres minerais cuprifères ; ou bien elle est disséminée en rognons en formant des dépôts quelquefois considérables au milieu des grès secondaires (Chessy) ; ce dépôt est actuellement épuisé. On la trouve à Moldawa, dans le Bannat (Hongrie), à Nische-Tagilsk (Oural), Nikolaïef et Kolywan (Sibérie).

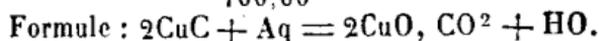
15° *Espèce : Malachite. Cuivre carbonaté vert.*
Vert de montagne. Kupfergrün.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La malachite est d'une belle couleur émeraude, à poussière d'un vert pâle, généralement opaque, translucide en lames ou en aiguilles très-minces ; à cassure inégale et conchoïde, éclat vitreux ou soyeux, quelquefois adamantin ; densité = 4 ; dureté = 3,5 à 4. Elle se présente en masses fibreuses, concrétionnées, lamelleuses ou terreuses.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système clino-rhombique ; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique, dans lequel les faces verticales font un angle de $103^{\circ}, 42'$ et la base s'incline sur chacune d'elles de $111^{\circ}, 48'$ et sur la verticale de $118^{\circ}, 11'$. Les cristaux de malachite sont rares ; on en rencontre à Teruel, en Espagne.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La malachite est soluble dans l'acide azotique plus facilement que l'azurite ; au chalumeau, elle noircit sans fondre complètement, en donnant une masse à demi scoriacée ; à la flamme de réduction, elle donne facilement un globule de cuivre métallique ; elle donne de l'eau par calcination ; sa substance est un carbonate bibasique hydraté. Elle est composée de :

		Oxygène.	Rapports.
Acide carbonique.....	20,50	14,83	2
Oxyde cuivrique.....	71,70	14,46	2
Eau	7,80	6,93	1
	<u>100,00</u>		



GISEMENT. — La malachite se trouve dans les mêmes gîtes et dans les mêmes circonstances que l'azurite, aux monts Ourals, en Sibérie, en Saxe, en Bohême, en Hongrie; à Chessy elle accompagnait l'azurite.

TECHNOLOGIE. — Ce minéral est susceptible d'un beau poli; on le scie en tables, ou en plaques minces dont on fait ensuite des placages en pièces de rapport. Ainsi travaillé, il sert à fabriquer des tables, des vases, des socles, des consoles et autres objets d'ornement d'un prix élevé et d'une grande beauté.

Buratite (Delesse). La buratite est un hydrocarbonate de cuivre, de zinc et de chaux, d'une couleur bleu de ciel ou d'un vert grisâtre, qui se trouve en agrégats fibreux ou aciculaires radiés, à Chessy, à Framont, aux monts Altaï; en Toscane, etc.; sa densité = 3,2.

Sulfates.

16^e Espèce : Cyanose (Beud.). Cuivre sulfaté.

Se rencontre dans les galeries abandonnées des mines de cuivre comme produit accidentel de la décomposition des minerais pyriteux, effleuris à l'air humide et chaud; ses cristaux dérivant d'un prisme oblique, sont un peu translucides, d'un beau bleu; ils ont pour formule $\text{CuO}, \text{SO}^5, 5\text{HO}$.

17^e *Espèce : Bronchantite.*

Sous-sulfate de cuivre trouvé dans certains gîtes cuprifères en petits cristaux capillaires, en masses mamelonnées et fibreuses, vertes; soluble sans effervescence dans les acides. Ces cristaux, d'un vert émeraude, ont pour forme primitive un prisme rhomboïdal droit; ils ont pour formule $4\text{CuO}, \text{SO}^5, 3\text{HO}$. On a trouvé ce minéral au Mexique, en Sibérie, en Hongrie, en Islande.

2^e *Genre : Plomb.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Pb} = 103, 5$.

Les composés plombifères chauffés, au chalumeau, sur le charbon avec de la soude, donnent un culot de plomb très-malléable; en même temps, il se forme une auréole jaune clair sur le charbon. Le plomb ne colore pas les fondants.

COMPOSÉS NATURELS PLOMBIFÈRES. — Les composés que forme le plomb, en se combinant aux corps minéralisateurs ou en s'unissant à d'autres métaux, sont nombreux et quelques-uns, assez abondants pour être exploités comme minerais de plomb; ce sont :

1^o *Plomb natif*; 2^o *galène* = PbS ; 3^o *géokronite* = Pb^3S (Sb, As)⁵; 4^o *boulangérite* ou plomb antimonié sulfuré = $3\text{PbS} + \text{SbS}^5$; 5^o *dufrénoysite* ou plomb arsénio-sulfuré = $2\text{PbS} + \text{AsS}^5$; 6^o *brongniardite* = $\text{PbS} + \text{AgS} + \text{Sb}^2\text{S}^5$; 7^o *clausthalie* ou plomb sélénié = PbSe ; 8^o *bournonite* ou plomb antimonié sulfuré cuprifère = $\text{CuS} + \text{PbS} + \text{SbS}$; 9^o *massicot* ou plomb oxydé jaune = Pb ; 10^o *minium* ou plomb oxydé rouge = Pb^3 ; 11^o *céruse* ou plomb carbonaté = PbC^2 ; 12^o *suzanite* ou plomb sulfato-tri-carbo-

naté = $3\text{PbC}^2 + \text{PbS}^5$; 13° *lanarkite* ou plomb sulfato-carbonaté = $\text{PbC}^2 + \text{PbS}^2$; 14° *anglésite* ou plomb sulfaté = PbS^5 ; 15° *calédonite* ou plomb sulfato-carbonaté cuprifère = $3\text{PbS}^5 + 2\text{PbC}^2 + \text{CuC}^2$; 16° *pyromorphite* ou plomb phosphaté = $3\text{Pb}^5\text{Ph}^5 + \text{PbCl}^2$; 17° *mimetèse* ou plomb arséniaté = $3\text{Pb}^5\text{As}^5 + \text{PbCl}^2$; 18° *vanadite* ou plomb vanadiaté = $\text{Pb}^2\text{V}^3 + \text{PbCl}^2$; 19° *descloizite* = PbV^5 ; 20° *carminite* ou plomb arséniaté hydraté = $\text{PbAs}^5 + 3\text{Aq}$; 21° *kérasine* ou plomb chloro-carbonaté = $\text{PbCl}^2 + \text{PbC}^2$; 22° *berzélite* ou plomb chloruré = $\text{PbCl} + 2\text{Pb}$; 23° *crocoïse* ou plomb chromaté = PbCr^5 ; 24° *mélanochromite* ou sesqui-chromate de plomb = PbCr^2 ; 25° *vauquelinite* ou plomb chromé = $2\text{PbCr}^2 + \text{CuCr}^2$; 26° *mélinosé* ou plomb molybdaté = PbMo^5 ; 27° *schéélitine* ou plomb tungstaté = PbW^5 ; 28° *plomb-gomme* ou plomb hydro-alumineux = $\text{PbAl}^6 + 6\text{Aq}$.

Minerais plombifères.

Les espèces minérales plombifères sont nombreuses et très-variées comme on le voit par la liste précédente, qui renferme les plus importantes. Mais les véritables minerais de plomb sont la galène, la céruse, l'anglésite et la pyromorphite.

Le minerai dominant est la galène ; les gites de céruse sont peu nombreux, enfin l'anglésite et la pyromorphite ne sont employées comme minerais que dans quelques cas exceptionnels où ces substances sont assez abondantes pour être exploitées industriellement. C'est dans les gites, où dominent ces espèces plombifères essentielles, que se rencontrent accidentellement les divers composés de plomb indiqués dans la liste précédente.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES.— La galène fournit la

plus grande partie du plomb livré au commerce ; la céruse, l'anglésite et la pyromorphite se trouvent rarement en masses assez abondantes pour être traitées pour la fabrication du plomb, on les ajoute à la galène et on traite ces minerais ensemble.

Les gites de minerai de plomb sont très-nombreux et les plus répandus après ceux du fer ; mais ces gites sont d'une richesse très-inégale ; l'Angleterre et l'Espagne sont les contrées qui fournissent la plus grande quantité de plomb.

France.....	4,000 tonnes par an
Angleterre.....	70,000
Espagne.....	60,000
Allemagne.....	10,000

La France, depuis quelques années, a progressé dans la production du plomb ; à Marseille, on traite les minerais qui viennent de l'Algérie, des Pyrénées, de la côte d'Espagne et des Cévennes.

Pour faire connaître le rendement d'un minerai de plomb, on choisi un échantillon de galène, qui représente approximativement la moyenne du tas ; on la pulvérise et on la mélange avec du flux noir et avec des pointes de Paris (20 grammes de galène, 30 gr. de flux noir et 5 ou 6 gr. de petits clous.) On chauffe à une forte chaleur ce mélange placé dans un creuset de terre ; le plomb se sépare et l'on obtient un culot métallique. En le pesant, on connaît le rendement moyen du minerai ; par la coupellation du culot de plomb, on connaîtra sa teneur en argent. Cet essai est important à faire, car les minerais de plomb, ont une valeur d'autant plus grande, qu'ils sont d'autant plus riches en argent.

Pour évaluer commercialement les minerais argentifères, on pourra procéder de la manière suivante. Le plomb contenu dans le minerai est compté au cours du jour, et l'argent au prix de 0^f,21 le

gramme ; les frais de fusion sont estimés à 65 fr. par tonne de minerai ; les frais de patinsonage et coupellation, au prix de 60 fr. par tonne de plomb : en outre, il est alloué au fondeur, à titre de déchets, 7 unités du titre, pour les minerais au-dessus de 60 pour 100, et 6 unités pour les minerais d'un titre inférieur ; plus 4 pour cent de la valeur de l'argent.

Voici un exemple emprunté à M. Burat. « On « offre 50 tonnes de minerai, ayant donné aux es- « sais 60 pour 100 de plomb, et 0^k,56 d'argent par « 100 kilogrammes de minerais.

« 1° Défalcation faite de l'humidité, supposée 5 p. « 0/0, reste 47500 kilogrammes de minerai. Ce « minerai sera compté au titre de 60 p. 0/0, moins « 7 de déchet ; soit 53 p. 0/0. C'est 25175 kilog. de « plomb. Le plomb étant à 55 francs, moins un « escompte de 2 1/4 pour paiement comptant, soit « 53^f,77, la valeur du plomb contenu dans le lot « sera 13536^f,60.

« Pour l'argent, il y a 0^k,56 par quintal de mi- « nerai, soit 26^k,600 dans le lot, dont on déduit 4 « p. 0/0, ou 1^k,064. Reste 25536 grammes d'argent « à 0^f,21 le gramme, soit une valeur de 5362^f,56.

« Ce qui porte la valeur totale des métaux contenus « dans le lot de minerai à 18899^f,16, dont à déduire :

« Les charges ou frais de traitement métallurgique « 65 fr. par tonne sur 45,500 kilogrammes. 2957^f,50

« Désargentation à 60 fr. par tonne de « plomb sur 25,175 kilog. de plomb. . . . 1510,50

Total. 4468^f,00

« la valeur totale des métaux étant 18899^f,16 le prix « net sera de 14431^f,16 ce qui, avec un escompte « de 3 p. 0/0, portera le prix du minerai à 280 fr. « la tonne. »

Le prix moyen du plomb oscille entre 500 et 550 fr. la tonne, ou 50 à 55 fr. le quintal métrique.

Ce métal est employé à de nombreux usages, soit à l'état métallique, soit à l'état d'oxyde; la facilité avec laquelle il se laisse mouler, laminier et granuler le rend très-précieux. On l'emploie à la confection des feuilles servant à recouvrir les toits ou l'intérieur des réservoirs; on en fait des tuyaux de conduite pour l'eau et le gaz, on emploie des fils de plomb dans les travaux du jardinage; les balles à tirer et la grenaille de chasse sont en plomb.

Le plomb forme plusieurs alliages dont les principaux sont : l'alliage des caractères d'imprimerie composés d'antimoine (24 p. 0/0) et de plomb (70 p. 0/0), les alliages d'étain et de plomb dont on se sert pour les soudures, et la poterie d'étain (avec 12 à 18 p. 0/0 de plomb).

Les oxydes de plomb¹, (litharge, massicot, minium) sont employés dans la peinture et dans la fabrication du cristal; enfin la céruse forme la base des blancs employés en peinture.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES ET GISEMENTS DES MINÉRAIS DE PLOMB. — Les minerais de plomb affectent trois principales manières d'être, ils se montrent : 1° en filons, 2° en gîtes irréguliers, 3° en nodules ou grains.

1° *Filons ou gîtes réguliers.* — Les filons métallifères ont été remplis quelquefois par l'injection de matières en fusion; mais la plupart sont dus à des émanations sous forme de vapeur ou d'eaux minérales.

M. Élie de Beaumont les divise en deux groupes : 1° les filons ordinaires ou plombifères; 2° les filons stannifères.

Les filons plombifères comprennent tous ceux qui fournissent le plomb; un grand nombre de filons de cuivre, presque tous les filons d'argent, de fer,

de manganèse, de zinc, etc. Dans ces filons, les minerais et les gangues offrent des bandes prononcées qui indiquent des dépôts lents et successifs ; ces bandes parallèles sont accolées les unes sur les autres, ce qui indique que les minerais et les gangues ont été déposés successivement et par concrétions.

Ces filons, à l'exception du quartz, ne contiennent pas des silicates ; les gangues habituelles sont : le calcaire, l'apatite, la fluorine, la barytine, la dolomie. Aux sulfures métalliques qui composent les filons plombifères se joignent un grand nombre de minéraux oxydés, tels que la sidérose, l'oligiste, l'hématite, la limonite, la calamine, la pyrolusite, l'acerdèse ou manganite, etc.

Les filons de galène sont en général fort réguliers ; ils se continuent presque en ligne droite et avec une puissance sensiblement constante, sur des étendues considérables ; leurs parois sont nettement caractérisées ; ils offrent des bandes successives de minéral de plomb et de gangues, calcaire, quartz, barytine, fluorine, quelquefois cependant ces filons sont ramifiés.

La plupart des filons plombifères sont exploités dans les terrains primaires, comme ceux du Clausthal, dans le Hartz ; de Freiberg, en Saxe ; de l'Erzgebirge et de Sainte-Marie-aux-Mines, dans les Vosges ; de Pontgibaud (Puy-de-Dôme), de Viallas et Villefort (Lozère), de Poullaouen et Huelgoat, en Bretagne ; de Cornouailles, en Angleterre.

Les filons de plomb du Derbyshire et du Cumberland, sont dans le terrain carboniférien, ceux de Tarnowitz, en Silésie, dans le trias, ceux de Bleiberg, en Carinthie et de Durham, dans le terrain jurassique.

Dans le Haut-Valais, on trouve des gîtes de galène argentifère donnant pour 100 kilog. de minéral de

203 gr. à 750 gr. d'argent ; le gîte principal de la Massa, connu sous le nom de filon du canal, apparaît à l'altitude de 1270 m. Il est accompagné par une autre veine placée près du glacier d'Aletsch, désigné sous le nom de filon d'Aletsch, d'un aspect assez pauvre.

2° *Gîtes de contact.* — Les gîtes de contact, placés entre les roches cristallines et les roches sédimentaires, constituent des rameaux irréguliers qui pénètrent les roches cristallines en prenant des allures très-variables. Tantôt ils forment des filons peu étendus et irréguliers, tantôt ils se trouvent enclavés en amas, veines, dans les calcaires jurassiques superposés aux granites.

En France, les gîtes de contact sont beaucoup plus nombreux que les filons réguliers ; sur le pourtour du plateau central granitique, il existe de nombreuses exploitations de gîtes irréguliers, dont la production totale est plus que décuple de celle des gîtes réguliers. Les mines de Pezey, en Savoie, d'Allone et de Confolens (Charente) et les anciennes exploitations d'Embrès (Aude), sont des exemples de ce mode de gisement.

3° *Galène en nodules.* — La galène est disséminée en nodules ou en grains dans les roches stratifiées ; on la trouve dans un grès triasique qui paraît contemporain du minerai aux mines de l'Argentière (Ardèche), de Minier, (Aveyron), de Commem ou de Bleiberg (Prusse), de Leadhills, en Écosse.

Les principales mines de plomb exploitées ou abandonnées en France, sont : 1° celles de Poullaouen et Huelgoat (Finistère), qui produisent annuellement 5000 quintaux métriques de plomb et 1500 kilogr. d'argent ; 2° de Pontgibaud (Puy-de-Dôme) ; 3° de Châtaudren ; 4° de Pontpean ; 5° de Villefort et Viallas : sur un grand nombre de points des Cé-

vennes, des Alpes, des Corbières et des Pyrénées se trouvent des gîtes de galène. Certains gisements, autrefois exploités, ont été abandonnés, tels sont les galènes argentifères du massif des Vosges, Giromagny, de Lacroix-aux-Mines et de Sainte-Marie-aux-Mines.

Dans le Lyonnais, on trouve un nombre important d'espèces minérales plombifères, savoir :

1° Galène. — A la Poype près de Vienne, Pont-la-Terrasse, Jullienas, Lantiguier, Quinié, Chenelette Nussière (Beaujolais), Poule, Sainte-Paule, Odenas, Chessy, Sain-Bel, Letra, Longefay, Chasselay, Chaponost (environs de Lyon), Saint-Galmier (Loire).

Le massicot a été trouvé sur la céruse, à St.-Foy-l'Argentière.

2° Céruse. — La céruse, à Chenelette, Longefay, Ste-Foy-l'Argentière, Pont-la-Terrasse, Vienne, Valsonne, Chasselay.

3° La pyromorphite, à Nuissière, Chenelette, Poule, Propières ; le plomb-gomme à Nuissière ; enfin, le plomb arséniaté a été trouvé près de Givors.

Dans l'Algérie, il y a de nombreux gîtes métallifères dont quelques-uns ont été anciennement exploités ; les minerais de plomb sont nombreux aux environs de Milianah ; dans la province d'Alger, M. Ville, signale le plomb de la Bouzareah et de la pointe Pescade, dans celle d'Oran, les anciennes mines de plomb de Coudiat-er-Ressas et de Rouban, les gîtes de galène de Djebel-Tassa, chez les Beni-Senous.

1^{re} Espèce : *Plomb-natif*.

Le plomb natif est un produit accidentel excessivement rare, qui se présente à l'état de filaments ou en cristaux octaédriques du système régulier ; il s'est formé, sans doute, sous l'influence d'actions

réductrices, qui ont agi soit sur le sulfure, soit sur le sulfate ou le carbonate plombique. On l'a signalé dans les laves de Madère; on l'a trouvé dans une roche quartzeuse de Cumberland mélangé de galène; dans une mine de plomb des environs de Carthagène (Espagne); à Kenmove (Irlande); à Vera-Cruz (Mexique); dans l'Altaï, dans l'amygdaloïde de Weiszig; on l'a aussi signalé en Suède (Exposition de Paris de 1867).

2^e *Espèce* : *Galène. Plomb sulfuré (H.). Bleiglantz (W.)*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La galène est d'une couleur gris métallique, bleuâtre, éclatant ou gris de plomb; sa poussière est d'un gris noirâtre, dans les variétés à grain fin la couleur est plus claire; elle est opaque, brillante sur les cassures fraîches; sa densité varie de 7,4 à 7,6; sa dureté = 2,5, elle est rayée par le calcaire, non malléable, aigre, cassante, ne peut se couper au couteau comme l'argyrose; sa cassure est lamelleuse ou saccharoïde, passant quelquefois à la texture grenue.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La galène cristallise dans le système cubique; les formes simples dominantes sont le cube (fig. 174), le cubo-octaèdre (fig. 175), l'octaèdre régulier, simple ou modifié (fig. 176), le dodécaèdre rhomboïdal (fig. 177); les octaèdres sont fréquents, ils sont généralement modifiés sur les angles ou sur les arêtes par des pyramides surbaissées et quadrangulaires. Les cristaux de galène présentent trois clivages égaux et rectangulaires qui conduisent au cube.

Lorsque les clivages de la galène présentent des surfaces ondulées et chagrinées, c'est, en général,

l'indice que la pureté de ce minéral est altérée par la présence d'autres sulfures métalliques (d'antimoine, d'argent, de zinc, de fer). A mesure que la proportion

Fig. 174.

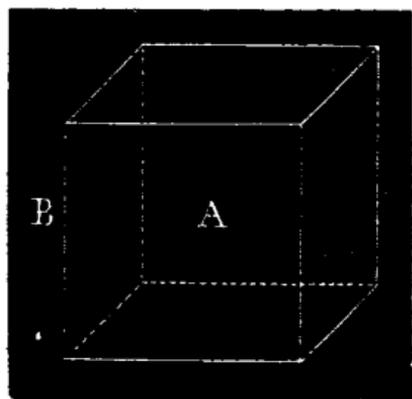
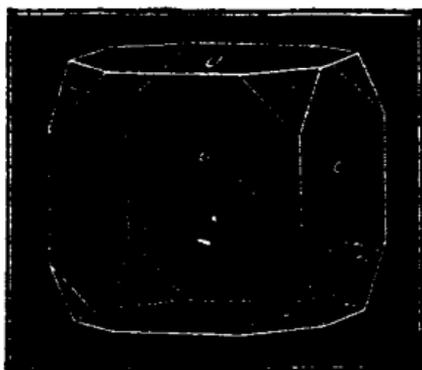
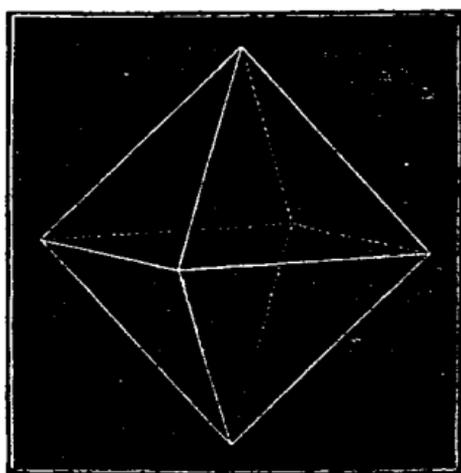


Fig. 175.



des sulfures étrangers augmente, les clivages deviennent de plus en plus courts et croisés en tous

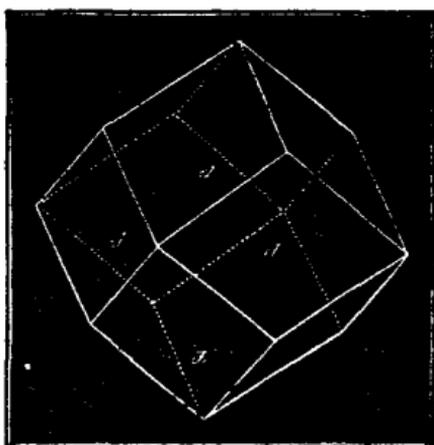
Fig. 176.



sens, enfin, par une proportion plus forte de substances étrangères, la galène devient grenue, moins éclatante, à très-petites facettes et offre la cassure

dite à grain d'acier. Les octaèdres de la galène et les solides à 48 faces sont en général maclés, par hémitropie autour d'une normale à une face de l'octaèdre. Parfois il arrive que la galène présente un aspect particulier qui se révèle dans le clivage; une

Fig. 177.



légère inclinaison existant entre les deux systèmes de cubes de la galène, occasionne dans les faces de clivage une sorte de gouttière : cette disposition est désignée sous le nom de galène palmée.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La galène est soluble dans l'acide azotique, elle est fusible au chalumeau et facilement réductible sur le charbon en plomb métallique; seule sur le charbon, elle ne fond qu'après le dégagement du soufre; en coupellant le bouton de plomb qu'on obtient, on voit s'il renferme de l'argent. Après la coupellation, la couleur de la cendrée indique si le plomb est pur ou impur. Une couleur jaune pâle indique un plomb pur; un peu de cuivre la rendrait verdâtre; le fer, noire ou brunâtre.

Dans le tube ouvert, la galène dégage du soufre et donne un sublimé blanc de sulfate plombique, qui devient gris à une chaleur vive.

			Rapports atomiques.	
Soufre	13,45	13,02	0,064	1
Plomb.....	86,55	85,13	0,065	1
Fer.....	.	0,50	.	.
	<u>100,00</u>	<u>98,65</u>		

Formule : PbS.

GALÈNES ARGENTIFÈRES. — Presque toutes les galènes renferment du sulfure d'argent ; chez les unes, la proportion de l'argyrose est si minime, qu'elle est négligeable, tandis que chez les autres, elle est assez importante pour faire considérer la galène comme un minerai d'argent. Beaucoup de galènes grenues ne contiennent que 60 et même 50 p. 0/0 de plomb ; elles sont d'autant plus argentifères que leur grain est plus fin ; cependant ce fait offre des exceptions. Une galène riche contiendra 0,0010 d'argent, une pauvre 0,0002 ; il y en a encore de plus riches qui contiennent 3 à 4 millièmes d'argent ; d'après Berthier, les plus riches contiennent entre 0,01 et 0,03 p. 0/0 d'argent sur le plomb.

On peut juger jusqu'à un certain point, d'après l'extérieur de la galène, si elle est riche ou pauvre en argent ; mais ces caractères extérieurs ne doivent jamais dispenser de faire un essai chimique pour se fixer sur son rendement.

Les galènes à grandes lames et surtout les galènes nettement cristallisées, sont en général pauvres en argent ; les galènes palmées sont assez souvent argentifères. Celles à petites lamelles, surtout à faces courbes, à cassure grenue, presque compacte, d'un bleu intense sont généralement assez riches en argent ; enfin les galènes à cassure tout à fait compacte, quoique différant peu des galènes grenues,

ne sont pas souvent riches en argent, parfois elles sont même très-pauvres.

Variétés de galène. — A. *Variétés de forme et de structure.* — La galène se présente assez souvent cristallisée, en cristaux parfois volumineux ; mais le plus fréquemment, elle se trouve en masses cristallines formées de cristaux imparfaits ; enfin la manière d'être la plus ordinaire de ce minéral est en masses saccharoïdes et en masses grenues et compactes. Outre ces divers aspects, la galène peut former parfois des pseudomorphoses, s'étant substituée à des cristaux d'autres substances, de là :

1° La galène cristallisée ; 2° galène laminaire ou à grandes facettes ; 3° galène lamellaire, en lames plus petites ou en écailles ; 4° galène grenue à petites facettes ou à grain d'acier ; 5° galène concrétionnée en masses mamelonnées ou cylindroïdes ; 6° galène compacte ; 7° galène terreuse ; 8° galène pseudomorphique ou épigène, provenant de l'altération chimique, par substitution, de cristaux prismatiques de pyromorphite ou de céruse (Huelgoat, en Bretagne, Cornouailles) ; 9° galène incrustante, en enduit cristallin recouvrant des cristaux de calcaire ou de fluorine.

B. *Variétés de mélange.* — La galène peut être mélangée avec des sulfures d'argent, d'antimoine, de cuivre, de bismuth, de fer, ou bien le sélénium peut remplacer en partie le soufre, de là :

1° La galène sélénifère ; 2° galène arsénifère ; 3° galène argentifère ; 4° galène cuprifère ; 5° galène antimonifère ; 6° galène bismuthifère.

USAGES. — La galène est le minéral de plomb le plus répandu et le plus important ; elle est quelquefois même traitée comme minéral d'argent. Sous le nom d'alquifoux, les potiers l'emploient pour former

le vernis des poteries en terre. Ils la réduisent en poudre, puis ils en font une pâte fine avec laquelle, ils recouvrent leurs vases. Par l'action de la chaleur, la galène est oxydée, et elle forme un enduit vitreux, jaunâtre à la surface de ces vases. Quand les potiers veulent avoir des vernis verts ou bruns, ils ajoutent à l'alquifoux de l'oxyde cuivrique ou manganique.

On fait, avec la galène grenue, des papiers métalliques avec lesquels on recouvre des petits coffrets.

3^e Espèce : Bournonite (Hachette). Antimoine sulfuré-plombo-cuprifère (H.). Spiesglanzbleyerz. Endellione (Bournon.).

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — La bournonite est d'une couleur gris noirâtre éclatant; sa densité = 5,8; sa dureté = 2,5; elle est fragile, opaque, d'un éclat métallique; soluble dans les acides; fusible au chalumeau, sur le charbon, fond avec dégagement de vapeurs blanches d'antimoine, en laissant un résidu d'oxyde jaune de plomb et finalement un grain de cuivre par le traitement à la soude.

Plomb.....	40 à 42 pour 100	3
Cuivre.....	11 à 13	3
Antimoine.....	19 à 28	3
Soufre.....	16 à 20	9

Formule : $\text{CuS} + \text{PbS} + \text{SbS}$.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La bournonite cristallise dans le système ortho-rhombique; la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit sous l'angle de 94° ; les formes ordinaires, sont des prismes rectangulaires avec des clivages imparfaits.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Elle se trouve dans les mêmes conditions géologiques que la galène,

dans le Cornouailles, le Hartz, la Saxe, à Brozzo, en Piémont, Servoz, en Savoie, Alais (Gard), Barbecot (Auvergne).

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — La bournonite est un minéral de peu de valeur à cause des difficultés de son traitement métallurgique; comme elle renferme de 30 à 40 p. 0/0 de plomb et de 11 à 14 p. 0/0 de cuivre, elle est employée, concurremment avec d'autres minerais, pour l'extraction du plomb et du cuivre, quelquefois même elle est argentifère.

4^e Espèce : *Céruse (Beud.)*. *Plomb carbonaté (H.)*.
Céruosite. Plomb blanc. Bleispath.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La céruse est blanche, blanc-gris ou blanc jaunâtre, quelquefois noire à la surface par une altération superficielle (1), transparente, très-limpide, ou au moins translucide, avec la double réfraction à deux axes; son éclat est gras, adamantin et souvent très-vif, elle est très-fragile, demi-ductile et d'une consistance cornée, sa cassure est conchoïdale, elle est assez tendre, rayée difficilement le calcaire, sa dureté = 3,5, sa densité = 6,5.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La céruse est soluble dans les acides; mais l'effervescence est lente et se détermine sous l'influence de la chaleur; au chalumeau, elle décrépité, change de couleur, il y a réduction, sur le charbon, en un globule de plomb métallique entouré d'une auréole jaune d'oxyde plombique.

(1) M. Fournet a montré que cette couleur était due à l'interposition d'une petite quantité de sulfure plombique ou de sulfure argentique.

			Oxygène.	Rapports.
Oxyde plombique..	82	83,508	5,98	1
Acide carbonique..	16	16,492	11,93	2
	98	100,000		

Formule : $\text{PbC}^2 = \text{PbO}, \text{CO}^2$.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La céruse cristallise dans le système ortho-rhombique ; la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit sous l'angle de $117^{\circ}, 15'$, dans lequel la base et la hauteur sont dans le rapport $\frac{25}{31}$, avec des traces de clivages parallèlement aux pans du prisme. Les formes les plus communes sont des prismes rectangulaires avec des modifications variées sur les sommets, ou bien des prismes à six pans.

Il y a aussi une forme très-aplatie dans le sens des faces latérales, particulière à certaines masses cristallines, formées de cristaux aciculaires enchevêtrés en tout sens, tantôt disposés parallèlement ou en faisceaux légèrement divergents, tantôt, au contraire, entrecroisés dans toutes les directions.

Outre ces formes simples (les mêmes qu'affectent les cristaux d'arragonite), on en trouve de maclées ; tantôt la macle a lieu par hémitropie autour d'une face en se répétant plusieurs fois. Tantôt la macle est beaucoup plus compliquée et offre une disposition spéciale à la céruse, et semble une masse disposée en étoile régulière à six branches.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La céruse se rencontre en masses cristallisées ou cristallines, en cristaux aciculaires, en masses bacillaires ; elle se trouve aussi en masses saccharoïdes, en masses compactes, en rognons et quelquefois en concrétions ; ces masses amorphes et terreuses, sont généralement très-impures et colorées par des substances diverses.

La céruse se trouve dans les gites de galène,

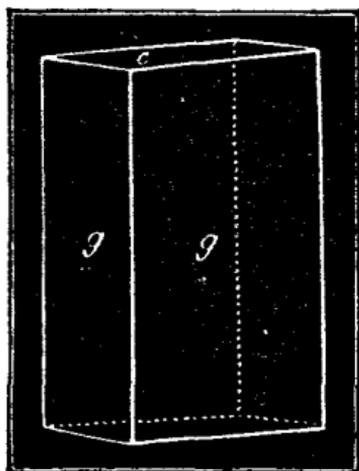
principalement à Poullaouen et Huelgoat, en Bretagne, La Croix, dans les Vosges, Saint-Sauveur, dans le Languedoc.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — C'est un minerai de plomb assez rare, mais le plus commun après la galène.

5^e *Espèce* : *Anglésite* (Beud.). *Plomb sulfaté*.
Bleiglaz.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'anglésite est une substance blanche, limpide, vitreuse, parfois noire à la surface, d'un éclat vif et presque adamantin ; généralement en cristaux, quelquefois en masses lamellaires ou vitreuses et compactes et même concrétionnées ; la couleur blanche prend parfois des teintes blanc grisâtre, blanc verdâtre ou blanc

Fig. 478.

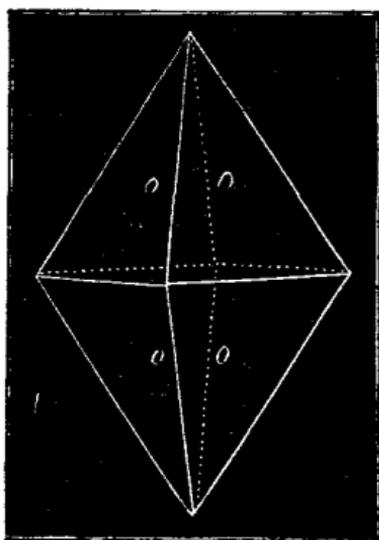


jaunâtre ; les cristaux possèdent la double réfraction à deux axes ; sa cassure est vitreuse, lamelleuse ou conchoïdale ; sa densité = 6,3, sa dureté = 2,6 ;

elle est tendre et facile à écraser par la pression de l'ongle.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'anglésite cristallise dans le système ortho-rhombique, la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $103^{\circ}, 42'$ (fig. 178), dont le rapport d'un côté de la base à la hauteur est de $\frac{100}{101}$; les formes dérivées sont nombreuses; ce sont principalement des octaèdres ou des prismes, parmi lesquels l'octaèdre rectangulaire est la forme qui domine (fig. 179). Il

Fig. 179.



il y a un clivage facile parallèle à la base et deux autres parallèles aux faces du prisme, mais faiblement indiqués, on les aperçoit lorsqu'on éclaire fortement les fractures. Les figures 180 et 181 représentent des formes de l'anglésite.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'anglésite est insoluble dans l'acide azotique; au chalumeau, elle décré-

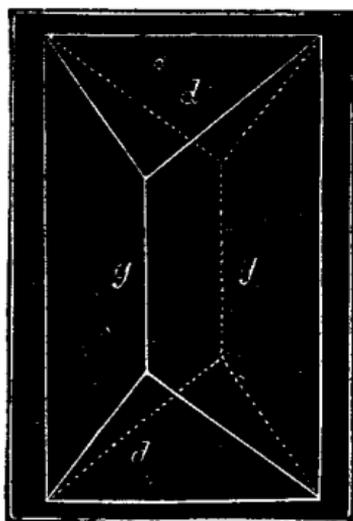
pite; fond sur le charbon à la flamme extérieure, et

Fig. 180.



se convertit, par la fusion, en une perle transparente, qui devient laiteuse en passant à l'état solide.

Fig. 181.



Au feu de réduction, elle fait effervescence en donnant un grain de plomb.

			Oxygène.	Rapports.
Oxyde plombique.	73,7	72,47	5,19	1
Acide sulfurique ..	26,3	26,09	15,62	3
	<u>100,0</u>	<u>98,56</u>		

Formule : $\text{PbS}^3 = \text{PbO}, \text{SO}^3$.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'anglésite se trouve en cristaux, en masses lamelleuses et en masses terreuses, souvent concrétionnées dans les gîtes de galène; à l'île d'Anglesea, à Leadhills, en Écosse, au Hartz, en Sibérie, elle est généralement en cristaux assez petits, dans les gîtes de plomb et de cuivre; on la trouve en gros cristaux à Phœnixville dans la Pensylvanie et à Monte-Poni (île de Sardaigne). A Alais (Gard), on la trouve en masses terreuses, au toit d'un gîte de galène, dont elle forme la salbande continue au-dessus du plomb sulfuré dont elle est un produit provenant de sa décomposition. A Alais, l'anglésite est exploitée comme minéral de plomb.

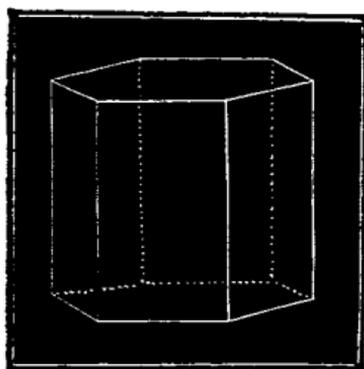
6° *Espèce : Pyromorphite (Beud.). Plomb phosphaté (H.). Plomb vert. Buntbleierz.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La pyromorphite est une substance vitreuse, d'une couleur verte, vert jaunâtre ou brune, à éclat gras ou adamantin, en cristaux ou en concrétions cristallines; sa cassure est conchoïdale, peu éclatante; sa densité = 6,9 à 7; sa dureté = 3,5 à 4, raye difficilement le calcaire, possède la double réfraction à un seul axe.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système hexagonal; la forme primitive est un prisme hexagonal régulier (fig. 182), dont le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{10}{7}$. Ce prisme est en même temps la forme dominante;

seulement les cristaux sont plus allongés et souvent pyramidés ou surmontés d'un pointement à six faces et sans clivages.

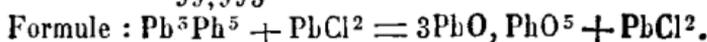
Fig. 182.



La pyromorphite se trouve en cristaux, en masses bacillaires formées par des cristaux allongés et accolés (Huelgoat), en masses aciculaires et concrétionnées.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Elle est soluble dans l'acide azotique, fusible au chalumeau; seule, sur le charbon, elle fond à la flamme extérieure; à la flamme réductrice, elle donne un bouton à facettes d'un blanc un peu nacré.

	Oxygène.	Rapports.
Oxyde plombique.. 74,216.5,32.3	}0,018.....3
Acide phosphorique 45,727.8,81.5		Pb ⁵ Pb ⁵
Chlorure plombique 10,050	0,006.....1
	PbCl ²	
	<u>99,993</u>	



CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — La pyromorphite accompagne la galène et la céruse dans leurs gites; on la trouve à Huelgoat, Pontgibaud, La Croix-aux-Mines; en Saxe, au Hartz, en Bohême, en Cornouailles.

La nussière (Danhauser), de Nussières (Rhône), est une pyromorphite impure, mêlée d'un peu d'arséniate de plomb.

Le plomb gomme ou plomb hydro-alumineux paraît être un mélange de pyromorphite et d'hydrate d'alumine.

Du reste, la composition des composés désignés sous le nom de plomb phosphaté, arséniaté, etc., est très-complexe; le plomb et la chaux, le chlore et le fluor, les acides phosphorique et arsénique s'y substituent en toute proportion; certaines variétés renferment du cuivre, du vanadium et du chrome.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — La pyromorphite a été exploitée comme minerai de plomb à Berncastel (vallée de la Moselle).

7^e *Espèce* : *Crocoïse* (Beud.). *Plomb chromaté*.
Plomb rouge. *Chromblei*.

CARACTÈRES. — Le crocoïse est d'une couleur rouge orangé, translucide, à poussière jaune; densité = 6; dureté = 3; fusible et réductible au chalumeau, cristallise dans le système clino-rhombique; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique sous l'angle de 93°, 30' dont le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{25}{62}$; les clivages sont peu sensibles ou douteux, la cassure est vitreuse, avec un éclat un peu gras. C'est une substance accidentelle dans les filons de galène. Formule $PbCr^3 = PbO, CrO^5$. Oxyde plombique 68,50, acide chromique 31,50.

8^e *Espèce* : *Mélinose* (Beud.). *Plomb molybdaté*.
Plomb jaune. *Wulfénite* (Haid.). *Molybdan-Blei*.

CARACTÈRES. — Substance d'un jaune orangé,

jaune chamois ou jaune terne; densité = 6,76; dureté = 2,15, cassure ondulée, peu éclatante et un peu résineuse; attaquable par l'acide azotique, fusible et réductible au chalumeau, contient 60 p. 0/0 d'oxyde plombique et 40 d'acide molybdique; formule = $PbMo^5 = PbO, MoO^5$, cristallise dans le système quadratique; la forme primitive est un prisme droit à base carrée dont le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{5}{4}$; les formes dérivées sont des prismes pyramidés, des cristaux en tables carrées ou rectangulaires, des octaèdres aigus ou basés, avec un clivage facile parallèle à la base du prisme.

La mélinose est une substance accidentelle des gites de galène; elle se trouve avec abondance dans les mines de Bleiberg, en Carinthie.

5^e Genre : *Cadmium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Cd = 56$.

L'oxyde cadmique chauffé seul sur le charbon, au chalumeau, se volatilise; en même temps le charbon se recouvre d'une poussière rouge ou jaune orangé. Les minéraux qui, comme les composés naturels de zinc, contiennent 1 ou 2 p. 0/0 d'un composé de cadmium, donnent au feu de réduction, à peu de distance de la matière d'essai, un anneau jaune ou orangé, d'oxyde cadmique, que l'on aperçoit d'autant mieux que le charbon est plus refroidi.

Avec la soude, sur le charbon, l'oxyde cadmique se réduit, se volatilise et laisse après lui une trace circulaire de couleur jaunâtre.

1^{re} Espèce : *Greenockite* (Jameson et Connel). *Cadmium sulfuré*.

CARACTÈRES. — Substance jaune de miel ou jaune

orangé, d'un éclat très-vif et résineux, fortement translucide ou transparente; densité = 4; dureté = 3; soluble dans l'acide chlorhydrique, cristallise en prismes à six faces: chauffée, elle décrépète et devient rouge, mais reprend sa couleur jaune en se refroidissant. Elle renferme 80 p. 0/0 de cadmium et 20 de soufre; formule CdS ; se trouve dans les cavités de certaines roches amygdaloïdes de Bidgopton.

4^e Genre : *Bismuth.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Bi = 106$.

Les composés de bismuth ne colorent pas les fondants; chauffés, au chalumeau, sur le charbon avec de la soude, ils donnent un culot de bismuth *très-cassant*, en même temps, il se forme une auréole jaune foncé ou jaune orangé sur le charbon.

COMPOSÉS NATURELS BISMUTHIFÈRES. — Le bismuth forme un petit nombre de composés naturels, dont le plus répandu est la bismuthine; ces composés sont:

1^o *Bismuth natif* = Bi ;

2^o *Bismuthine* ou *bismuth sulfuré* = Bi^2S^3 ;

3^o *Bismuthocre* ou *bismuth oxydé* = $Bi^3 = BiO^3$, jaune ou verdâtre, en enduit pulvérulent provenant de la décomposition de la bismuthine, soluble dans l'acide azotique;

4^o *Bismuthite* ou *agnésite*, *bismuth carbonaté* = $Bi^3C^6 = BiO^3, 3CO^2$, incrustations jaunes ou verdâtres;

5^o *Eulytine* ou *bismuth silicaté* (*Wismuthblende*) = $Bi^3Si^3 = BiO^3, 3SiO^3$, en cristaux du système cubique, bruns, éclat vif; densité = 6; dureté = 5.

MINÉRAIS DE BISMUTH. — Les deux seuls minerais

de bismuth que l'on rencontre sont le bismuth natif et la bismuthine. Mais le bismuth natif est plus répandu que son sulfure ; dans l'Erzgebirge (Saxe), aux environs de Schneeberg, il est assez abondant pour être exploité ; il est ordinairement associé à des minerais de cobalt, tels que le cobalt arsénical. Le traitement métallurgique consiste à soumettre à la liquation le minerai trié et concassé en morceaux de la grosseur d'une noisette.

Schneeberg produit annuellement environ 4,000 kilogrammes de bismuth ; Johann-Georgenstadt et les usines à cobalt de la Saxe, 5 à 600 kilogrammes ; ce qui fait une production moyenne annuelle de 4,500 à 4,600 kilogrammes de bismuth ; le prix moyen de ce métal est d'environ 10 fr. le kilogramme.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le bismuth est un métal cassant ; cette propriété exclut son emploi pour un grand nombre d'usages ; il peut entrer dans la composition d'un certain nombre d'alliages, dont il augmente la fusibilité ; on l'allie avec le plomb et l'étain ; mais son prix élevé en restreint l'emploi ; amalgamé, il sert à étamer les globes de verre.

Le sous-azotate de bismuth (magistère de bismuth des pharmacies) est employé en médecine ; le chlorure de bismuth ou blanc de fard sert aux dames pour se farder les joues.

1^{re} Espèce : Bismuth natif (H.). Gediegen! Wis-
muth (W.).

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — Le bismuth natif a une couleur blanche avec reflets rougeâtres ; un éclat métallique ; il est opaque, peu malléable et même cassant, sa cassure est lamelleuse ; sa densité = 9,8 ; sa dureté = 2,5 ; rayé par le calcaire, il fond

à la température de 264 degrés; la flamme d'une bougie le fait fondre; au chalumeau, il se volatilise et donne un oxyde jaune qui couvre le charbon; il est soluble dans l'acide azotique, l'addition d'une petite quantité d'eau le précipite en blanc.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le bismuth cristallise dans le système rhomboédrique; d'après G. Rose, sa forme fondamentale est un rhomboèdre de 87°, 40'. Ces rhomboèdres légèrement aigus ou cuboïdes de 87°, 40' ont été pris pour des cubes; des clivages faciles existent parallèlement aux faces du rhomboèdre fondamental.

Le bismuth se montre souvent en masses laminaires, lamellaires, ramuleuses ou dendritiques.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Il accompagne ordinairement d'autres minerais métallifères dans les filons, tels que le cobalt arsénical, l'argent natif, la galène; on le trouve principalement en Saxe, en Bohême (Joachimsthal), à Wittichen (Souabe), à Bieber (Hanau), à Bisberg et à Bastnaës (Suède); on en trouve des traces à Poullaouen, en Bretagne, et dans la vallée d'Assau (Pyrénées). Le bismuth tellurifère ou bornine est un composé rare, contenant 60 p. 0/0 de bismuth et de 30 à 40 p. 0/0 de tellure.

2^e *Espèce* : *Bismuthine* (Beud.). *Bismuth sulfuré* (H.). *Wismuthglanz* (H.).

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — La bismuthine est une substance d'un aspect métallique, d'un gris de plomb ou gris d'acier, tirant sur le blanc d'étain, quelquefois avec une nuance jaunâtre ou avec des teints irisées à la surface; densité = 6,5; dureté = 2,5, inférieure à celle du calcaire; sa cas-

sure est éclatante et conchoïdale, soluble à froid dans l'acide azotique et fusible à la flamme d'une bougie. La bismuthine se distingue difficilement de la stibine par les caractères extérieurs; on ne peut les distinguer nettement que par un essai au chalumeau ou par l'acide azotique qui ne dissout pas la stibine, mais dissout la bismuthine en une liqueur qui précipite quand on l'étend d'eau.

Sur le charbon, au chalumeau, la bismuthine fond et projette de petites gouttes incandescentes, couvre le charbon d'oxyde jaune et donne pour résidu un globule de bismuth; elle est composée de :

Bismuth	81,50	0,0901	4
Soufre.....	18,50	0,0930	4
	<u>100,00</u>		

Formule : BiS ou Bi^2S^3 .

La bismuthine admet beaucoup de mélanges avec d'autres sulfures métalliques, ce qui donne un certain nombre de variétés de sulfure de bismuth, dont voici les principales :

1° le nadelerz ou bismuth sulfuré plombo-cuprifère = $\text{CuS} + 2\text{PbS} + 3\text{BiS}$, aikinite (Dana), belonite (Glocker) renfermant de 27 à 45 p. 0/0 de bismuth; en cristaux aciculaires d'une teinte jaunâtre;

2° le silberwismuthglanz ou bismuth sulfuré plombo-argentifère, d'un blanc d'étain ou d'un blanc grisâtre, en aiguilles cristallines;

3° le kupferwismuthglanz ou bismuth sulfuré cuprifère ou tannénite, wittichite, gris d'acier passant au blanc d'étain, en aiguilles cristallines ou en filaments déliés.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La bismuthine cristallise dans le système ortho-rhombique; la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit

de 91°, clivable avec netteté dans le sens de la petite diagonale et longitudinalement. Elle se rencontre souvent en aiguilles rhombiques striées sur leur longueur et quelquefois en masses lamellaires, son gisement est le même que celui du bismuth natif.

Tableau résumé des espèces de la famille des Cuprides.

1	a.	Substance colorant les fondants en vert ou colorant la flamme du chalumeau en vert	2
	b.	Substance ne colorant pas les fondants	15
2	a.	Substance d'une couleur rouge	3
	b.	— grise, jaune, verte ou bleue, noire.	4
3	a.	Substance rougeâtre, très-ductile et malléable; densité = 8,5; dureté = 3; système cubique. <i>Cuivre natif.</i>	
	b.	Substance rouge cochenille ou rouge brun foncé, à poussière rouge brunâtre, non malléable, facile à réduire en poudre; densité = 5,7 à 6; dureté = 3,5 à 4; système cubique.	<i>Cuprite.</i>
4	a.	Substance brune ou noire.	5
	b.	— grise, verte, bleue, jaune	6
5	a.	Substance noire veloutée ou brune, terreuse, soluble sans effervescence dans les acides; densité = 6,25.	<i>Mélakonite.</i>
	b.	Substance brun noirâtre, terreuse ou compacte, fait lentement effervescence dans les acides; densité = 2,62	<i>Mysorine.</i>
6	a.	Substance grise	7
	b.	— jaunâtre plus ou moins irisée à la surface, verte ou bleue	8
7	a.	Substance gris de plomb avec une teinte bleuâtre à la surface, tendre à couper au couteau, fusible à la flamme d'une bougie, réductible au chalumeau en dégageant des vapeurs sulfureuses; densité = 5,5, dureté = 2,5 à 3; système ortho-rhombique	<i>Chalkosine.</i>
	b.	Substance gris métallique, poussière noirâtre, parfois avec une teinte rouge, s'électrise par frottement, système tétraédrique; densité = 4,3 à 5,2; dureté = 3,5 à 4; ne fond pas à la flamme d'une bougie, au chalumeau répand des vapeurs : antimoniales. <i>Panabase.</i> arsénicales <i>Tennantite.</i>	

- 8 | a. Substance jaunâtre plus ou moins irisée à la surface. 9
 | b. — verte ou bleue. 10
- 9 | a. Substance jaune de bronze, aspect métalloïde, teintes
 | irisées; densité = 5; dureté = 3; sys- *Phillipsite.*
 | tème cubique
 | b. Substance jaune laiton foncé tirant sur le verdâtre,
 | éclat métallique; densité = 4,1 à 4,3; dureté = 4;
 | système quadratique. *Chalkopyrite.*
- 10 | a. Substance soluble dans l'acide azotique. 11
 | b. — non soluble 14
- 11 | a. Soluble avec effervescence. , 12
 | b. — sans effervescence. 13
- 12 | a. Substance d'un *bleu d'azur* passant au bleu-indigo;
 | densité = 3,8; dureté = 4. *Azurite.*
 | b. Substance *vert émeraude*, poussière vert pâle; densité
 | = 4; dureté = 3,5 à 4. *Malachite.*
- 13 | a. Substance vert émeraude ou vert olive, soluble dans
 | l'ammoniaque; densité = 4,4 *Atakamite.*
 | b. Substance vert foncé ou vert bleuâtre, non soluble
 | dans l'ammoniaque: ne colore pas la flamme du
 | chalumeau; fondu avec du plomb, donne un phos-
 | phate plombique cristallin *Aphèrese.*
 | c. Substance vert foncé, au chalumeau, dégagement de
 | vapeurs arsénicales. *Arséniates.*
- 14 | a. Substance vert émeraude ou vert noirâtre, cristalline
 | (système hexagonal), infusible au chalumeau; den-
 | sité = 3,3; dureté = 5; cassure non rési-
 | neuse *Diopase.*
 | b. Substance vert bleuâtre ou bleu verdâtre, compacte
 | ou mamelonnée, jamais cristalline, cassure rési-
 | neuse, infusible au chalumeau; densité = 2,2; du-
 | reté = 2,5. *Chrysocolle.*
- 15 | a. Substance se volatilissant au chalumeau et donnant sur
 | le charbon une poussière rouge ou jaune
 | orangé *Cadmium.*
 | b. Substance ne se volatilissant pas, donnant au chalu-
 | meau, sur le charbon, un culot métallique . . . 16
- 16 | a. Substance très-malléable, entourée d'une auréole
 | jaune clair. 17
 | b. Substance très-cassante, entourée d'une auréole jaune
 | foncé ou jaune orangé 22

- 17 | a. Substance grise. 18
 | b. — blanche, verte, jaune, rouge. 19
- 18 | a. Gris métallique bleuâtre, poussière gris noirâtre; densité = 7,4 à 7,6; dureté = 2,5; système cubique, fusible au chalumeau avec dégagement d'acide sulfureux en laissant un bouton de plomb sur le charbon *Galène*.
 | b. Gris noirâtre éclatant; densité = 5,8; dureté = 2,5; système ortho-rhombique, fusible au chalumeau avec dégagement des fumées antimoniales et laissant un bouton de cuivre entouré d'oxyde plombique *Bourbonite*.
- 19 | a. Substance blanche 20
 | b. — verte, jaune ou rouge 21
- 20 | a. Éclat gras, adamantin, consistance cornée; densité = 6,5; dureté = 3,5; système ortho-rhombique, soluble avec effervescence dans les acides. . . *Céruse*.
 | b. Éclat vitreux, adamantin; densité = 6,3; dureté = 2,5; système ortho-rhombique, insoluble dans les acides. *Anglésite*.
- 21 | a. Substance verte ou vert jaunâtre, éclat gras ou adamantin; densité = 6,9; dureté = 3,5 à 4; système hexagonal *Pyromorphite*.
 | b. Substance rouge orangé, poussière jaune; densité = 6; dureté = 3; système clino-rhombique. . . *Crocoïsc*.
 | c. Substance jaune orangé, jaune chamois, densité = 6,76; dureté = 2,5; système quadratique. *Mélinose*.
- 22 | a. Substance métallique, blanche avec reflet rougeâtre, densité = 9,8; dureté = 2,5. *Bismuth*.
 | b. Substance gris de plomb ou gris d'acier, fusible à la flamme d'une bougie avec odeur sulfureuse; densité = 6,5; dureté = 2,5. *Bismuthine*.
-

6^e Famille : Sidérides.**A. Magnétiques :**

GENRES : FER. COBALT. NICKEL.

B. Non magnétiques.

GENRES : MANGANÈSE. ZINC.

1^{er} Genre : Fer.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Fe} = 28$.

Les composés de fer chauffés sur le charbon avec la soude, au chalumeau, donnent une poudre noire de fer métallique qui, lavée et séchée est attirable à l'aimant. Ils colorent les fondants (borax et sel de phosphore); au feu d'oxydation, ils donnent un verre dont la couleur rouge sombre s'éclaircit par le refroidissement et se termine par une teinte jaunâtre, ou même par l'absence de toute couleur. Au feu de réduction, le verre devient vert bouteille, et, si la réduction est portée au plus haut degré possible, il acquiert une vive couleur vert bleuâtre.

COMPOSÉS NATURELS FERRIFÈRES. — Le fer est un des éléments essentiels de l'écorce du globe terrestre, il entre dans la composition de certaines roches éruptives, telles que les pyroxènes, les amphiboles; il est le principe colorant d'une multitude de roches ou de minéraux; il forme des gîtes stratifiés, à l'état d'oxyde ou de silicate, au milieu des dépôts sédimentaires; ses composés forment des filons ou des amas, enfin les sources minérales en déposent tous

les jours et les volcans en subliment dans leurs manifestations.

Le fer en se combinant au soufre, à l'oxygène, à l'arsenic, ou ses oxydes, en se combinant avec les acides carbonique, phosphorique, silicique, titanique, tungstique, sulfurique, etc., a produit un nombre considérable de composés dont les plus connus sont :

1° *Fer natif* ; 2° *pyrite* (marcassite) ou fer sulfuré jaune = FeS^2 ; 3° *sperkise* ou fer sulfuré blanc = FeS^2 ; 4° *leberkise* ou fer sulfuré magnétique = $\text{FeS}^2 + 6 \text{FeS}$; 5° *mispickel* ou pyrite arsénicale = $\text{FeS}^2 + \text{FeAs}^2$; 6° *lollingite* ou fer arsénical = FeAs^2 ; 7° *magnétite* ou fer oxydulé = FeFe^5 ; 8° *oligiste* ou fer peroxydé anhydre = Fe^5 ; 9° *gæthite* ou fer peroxydé monohydraté = $\text{Fe}^5 + \text{Aq}$; 10° *limonite* ou fer peroxydé pluri-hydraté = $\text{Fe}^5 + n\text{Aq}$; 11° *sidérose* ou fer carbonaté = FeC^2 ; 12° *chromite* ou fer chromaté = $(\text{Fe}, \text{Al}) \text{Cr}$; 13° *craïtonite* ou fer titané = Fe Ti^2 ; 14° *ilménite* = $\text{Fe Ti}^5 + 3 \text{Fe Ti}$; 15° *columbite* = $(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{Ta}^2$; 16° *wolfram* ou chéelin ferruginé = $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg}, \text{Ca}) \text{W}^5$; 17° *vivianite* = $\text{Fe}^2 \text{Ph}^5 + 5 \text{Aq}$; 18° *dufrénite* ou fer phosphaté vert = $\text{Fe}^4 \text{Ph}^5 + 5 \text{Aq}$; 19° *pharmacosidérîte* ou fer arséniaté = $3 \text{Fe}^5 2 \text{As}^5 + 12 \text{Aq}$; 20° *arséniosidérîte* = $3 \text{Fe}^2 \text{As} + \text{CaAs}^2 + 3 \text{Aq}$; 21° *pyrosmalite* ou fer chloruré = $\text{MgSi}^2 + \text{FeSi}^2 + \text{FeCl}$; 22° *mélantérite* ou fer sulfaté vert = $\text{FeS}^5 + 6 \text{Aq}$; 23° *néoplase* ou fer sulfaté rouge = $\text{FeS}^2 + 3 \text{FeS}^2 + 12 \text{Aq}$; 24° *coquimbite* = $\text{FeS}^5 + 3 \text{Aq}$; 25° *oxalite* ou fer oxalaté = $2 \text{Fe}^5 + 2 \text{Aq}$; 26° *chamoisite* = $2 \text{FeSi} + \text{Fe}^2 \text{Al} + 4 \text{Aq}$; 27° *yénite* = $3 (\text{Fe}, \text{Ca})^5 \text{Si}^5 + 3 \text{Fe}^5 \text{Si}^5$; 28° *cronstedtite* = $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg}) \text{Si} + \text{Fe} + \text{Aq}$; 29° *hisingerite* = $3 \text{Fe Si} + \text{Fe Si}^2 + 5 \text{Aq}$.

Minerais de fer.

Les seuls minerais qui soient employés pour la fabrication de la fonte et du fer, sont les divers oxydes anhydres ou hydratés, le carbonate, et plus rarement la chamoisite ou hydro-silicate de fer; ces minerais se réduisent à quatre espèces principales, savoir : 1° la magnétite ou fer oxydulé; 2° l'oligiste ou fer peroxydé anhydre; 3° la limonite ou fer peroxydé hydraté; 4° la sidérose ou fer carbonaté.

La magnétite donne une poussière noire; l'oligiste une poussière rouge, la limonite une poussière jaune rubigineuse, et la sidérose une poussière grise.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les oxydes de fer sont les minerais les plus répandus; ils sont la base principale de l'industrie sidérurgique; les carbonates y jouent un rôle important, surtout en Angleterre; mais les sulfures sont rejetés pour la fabrication des fers, ce sont des minerais de soufre et d'acide sulfurique.

En Angleterre, on exploite de 8 à 10 millions de tonnes de minerai de fer, qui fournissent de 3,500,000 à 3,600,000 tonnes de fonte; ces minerais proviennent, en grande partie, des carbonates lithoïdes du terrain houiller :

	Tonnes.
Carbonates lithoïdes des terrains houillers.	5,000,000
Hématites brunes des grès anthracifères ...	500,000
Hématites rouges et fer spathique du calcaire carbonifère.	1,000,000
Minerais du lias et autres terrains sédimentaires	1,000,000
	<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> 7,500,000

En outre, l'Angleterre traite des minerais de la Suède et ceux qui lui viennent de ses possessions d'outre-mer, de l'Espagne et même de l'Algérie et de l'Italie.

En France, la production des minerais de fer est évaluée à environ 2,000,000 de tonnes, dont la plus

grande partie 1,400,000 tonnes, est fournie par les minerais tertiaires dits d'alluvion ou pisolithiques ; le complément provient des hématites et des fers spathiques, des Alpes, des Pyrénées, du bassin du Rhône et de l'étranger.

Certaines localités privilégiées, comme l'île d'Elbe, l'île de Sardaigne, la Suède, l'Espagne, l'Algérie, exportent des quantités considérables de minerai de fer ; l'île d'Elbe expédie chaque année, environ 300,000 tonnes de minerai, principalement de fer oligiste. Les minerais algériens rendent de 50 à 70 p. 0/0 de fer ; ceux de la Garrucha, quoique d'une teneur moindre, sont recherchés (38 à 45 p. 0/0), à cause de leur facile fusion et du manganèse qu'ils renferment.

La compagnie Petin-Gaudet, de la Loire, traite une quantité considérable de fer oxydulé et oligiste de la Sardaigne, dont elle a acquis les mines les plus importantes.

Les mines des environs de Bône (Algérie) et de Garrucha (Espagne) expédient leurs minerais sur le littoral de la Méditerranée, où ils arrivent au prix de 20 à 24 fr. la tonne.

Les minerais de l'île d'Elbe, au titre de 55 à 66 p. 0/0, sont vendus, rendus à bord, à 10 fr. la tonne ; les minerais de Villebois et de la Verpillière, traités à Givors et à Pont-l'Évêque, près de Vienne, sont vendus de 3 à 5 fr. la tonne. Ces derniers minerais contiennent des phosphates, on les mélange avec des minerais d'une qualité supérieure. De toutes les industries métallurgiques, celle du fer est la plus importante ; elle occupe en France plus de 50,000 ouvriers, et crée une valeur de plus de 150,000,000 de francs, non compris l'exploitation des forêts et de la houille. En Europe, il est produit annuellement 21,963,900 quintaux métriques de fonte, répartis comme il suit :

	Quintaux métriques.
Angleterre (1850)	12,000,000
France (1846)	3,601,900
Russie.	1,027,000
Suède (1844)	900,000
Autriche.	900,000
Prusse.	850,000
Hartz.	600,000
Hollande et Belgique	800,000
Ile d'Elbe et Italie.	480,000
Espagne.	180,000
Norwége.	150,800
Danemarck	135,000
Bavière	130,000
Saxe.	80,000
Pologne.	75,000
Suisse.	55,000
	<hr/>
	21,963,900

La production de fonte est à celle du fer dans le rapport $\frac{5}{2}$; la plus grande partie est transformée en fer forgé et $\frac{1}{16}$ à $\frac{1}{14}$ en fonte moulée.

D'après les documents réunis par le Comité des forges, la production des forges françaises pendant l'année 1866 a donné les chiffres suivants en fonte et fer.

	Fonte.	Fer.
Aveyron	34,988,520 ^k	41,865,335 ^k
Ardennes	111,219,009	75,797,678
Bassin de Paris	26,000,000	45,503,556
Centre.	128,876,303	104,694,958
Champagne	133,730,775	79,569,744
Comté.	74,890,679	55,053,077
Corse.	14,945,675	620,000
Creusot.	115,090,130	100,102,390
Escaut.	71,357,000	63,863,390
Gard et Bouches-du-Rhône .	39,156,260	49,855,740
Loire	192,107,000	124,467,654
Nord de la Moselle	175,326,877	91,028,684
Nord-Ouest	25,188,778	18,321,925
Sambre.	77,864,465	68,063,693
Sud-Ouest	31,912,173	10,574,694
	<hr/>	<hr/>
Totaux.	4,252,653,644 ^k	899,373,213 ^k

En 1865, la production en fonte avait été de 1,200,330,593 kilog., et celle du fer 844,734,886 kil. La production a aussi augmenté en Prusse, en Italie, en Autriche, dans le royaume scandinave, etc.

Le prix des fontes, fers, aciers est assez variable; les fontes se vendent, en moyenne, de 0^f,12 à 0^f,20 le kilogramme, les fers de 0^f,20 à 0^f,225; les aciers vont de 0^f,25 à 0^f,35 le kilogramme.

En France, sur 1000 kilogrammes de minerai traités dans les usines, il y en a 170 kil. de minerai brut, 740 kil. de minerai lavé et 90 kil. de minerai grillé; en Angleterre, au contraire, où la presque totalité du minerai est du fer carbonaté lithoïde, la proportion de minerai grillé est de 960 kil. sur 1,000 kil.

En Angleterre, la teneur moyenne des minerais grillés est de 40 p. 0/0 de fer métallique; en France, celle des minerais lavés est de 36 p. 0/0; on ne traite guère un minerai au-dessous de 25 à 30 p. 0/0.

En Angleterre, le prix de revient des minerais de fer varie avec celui de la fonte, de 1^f,50 à 2^f,50 les 100 kilogrammes. En France, il est moyennement de 1^f,32 rendu aux usines; dans ce prix, l'exploitation proprement dite entre pour 0^f,37, le lavage pour 0^f,33, le grillage pour 0^f,02 et les transports pour 0^f,59.

Lorsqu'on veut faire l'essai d'un minerai de fer, on l'attaque par l'acide chlorhydrique auquel on ajoute un peu d'acide azotique, on évapore à sec, on reprend par l'acide chlorhydrique étendu d'eau et on filtre; les gangues terreuses, quartz et argile restent sur le filtre. On étend d'eau la liqueur filtrée, on la maintient à la température de 40 à 50°, et on fait arriver un courant de gaz acide sulfureux dans la dissolution chlorhydrique de fer. Aussitôt que celle-ci, d'abord d'un beau jaune, est décolorée, on

arrête le dégagement gazeux, et l'on fait bouillir la dissolution pour chasser l'excès d'acide sulfureux. Il reste dans la liqueur de l'acide sulfurique provenant de l'oxydation de l'acide sulfureux qui a réduit le chlorure ferrique en chlorure ferreux. On dose cet acide par le chlorure barytique qui le précipite à l'état de sulfate, que l'on recueille sur un filtre, que l'on calcine et que l'on pèse; ce poids, multiplié par 0,465 ou par 0,670, donne celui du fer métallique ou de l'oxyde ferrique contenu dans la matière essayée (Ebelmen).

I. La magnétite ou fer oxydulé, se trouve en grandes masses, qui sont tantôt grenues, tantôt compactes ou terreuses, tantôt en cristaux octaédriques disséminés dans des roches amphiboliques ou serpentineuses. Ce minerai est très-riche; il renferme en moyenne 72 p. 0/0 de fer; il se traite avec la plus grande facilité et donne un fer de très-bonne qualité. C'est avec ce minerai provenant des mines de la Suède et de la Norwége que se fabriquent les aciers anglais; les exploitations les plus importantes sont celles de Taberg, de Dannemora, de Gellivora (Laponie), d'Arendal (Norwége), de l'île d'Utö. On exploite des minerais semblables à ceux de la Suède, à Cogne et à Traverselle (Piémont), à l'île de Sardaigne, à l'île d'Elbe, dans l'Amérique du Nord, près du Lac-Supérieur, dans les Indes, etc. En France, nous en possédons des gites dans les Pyrénées, à Lantigué (Beaujolais), à Dielette (près de Cherbourg), à Mokta-el-Hadid (Algérie). La magnétite forme des amas considérables dans les schistes de Combenègre, près de Villefranche (Aveyron); elle est traitée aux forges de Decazeville. Voici quelques analyses des minerais magnétiques, empruntées à M. Rivot :

	Marquette (Lac-Supérieur).	Marquette.	Iglesias (Sardaigne).	Balaigt (Pyr.-Orient.).
Peroxyde de fer.....	49,00	58,00	62,50	80,55
Fer oxydulé.....	19,00	26,00	24,90	17,45
Oxyde de manganèse.	1,30	1,25	•	•
Acide titanique.....	1,20	2,00	•	•
Gangue.....	28,50	12,50	12,60	2,00
	<u>99,00</u>	<u>99,75</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Ces minerais contiennent presque toujours un peu d'oxyde de manganèse ; ils renferment du fer oligiste, du fer titané, du fer chromé ; leurs gangues sont, le quartz, les micaschistes, des silicates divers, des pyrites ; mais ils renferment rarement du calcaire et plus rarement encore de l'acide phosphorique.

II. Le fer peroxydé anhydre ou oligiste est moins riche que la magnétite ; il contient seulement 60 p. 0|0 de fer ; on emploie plusieurs variétés dans les usines métallurgiques, savoir :

1° Le fer oligiste métalloïde et spéculaire, mélangé de fer oxydulé et accompagné quelquefois de fer titané, d'oxyde de manganèse, de grenats, d'yénite et autres silicates de fer ; il est plus rarement mélangé avec du fer chromé, des pyrites, de la dolomie, du calcaire ; ses gangues les plus ordinaires sont le quartz et les micaschistes.

2° Le fer micacé se compose de paillettes peu adhérentes, très-friables, il tache les doigts ; ses gangues sont le quartz, le micaschiste, il contient toujours une proportion notable d'oxyde de manganèse. Il en existe des gîtes dans les Alpes.

3° Les minerais violets contiennent le peroxyde anhydre sous un état intermédiaire entre l'état cristallin et l'état compacte ; ils sont intimement mélangés avec du quartz et de l'argile, plus rarement avec le calcaire et la barytine ; ils contiennent assez souvent de l'oxyde de manganèse et quelquefois du phosphate ferreux.

Ces minerais, d'une couleur rouge violacée, sont de bonne qualité, et donnent des fontes excellentes quand ils ne contiennent pas de phosphate ferreux ; ils sont principalement exploités en Belgique, dans la vallée de la Meuse, au-dessus de Namur, et transportés à Liège, Charleroi, Maubeuge.

4° L'hématite rouge se présente en masses fibreuses, rayonnées ou mamelonnées ; elle contient presque toujours de l'argile et de l'oxyde de manganèse ; elle donne des fontes d'excellente qualité. Les blocs les plus fibreux sont susceptibles d'un beau poli et sont employés pour faire des brunissoirs.

5° Le fer oxydé rouge, compacte ou granulaire est un minéral moins pur que l'hématite rouge fibreuse ou mamelonnée ; mais cependant cette variété fournit encore des minerais d'une grande richesse ; dans le pays de Dillenburg, en Westphalie et dans la vallée de la Lahne, le peroxyde de fer pénètre et imbibe les schistes, qui deviennent riches à 45 et 50 p. 0/0 de fer. Ces minerais alimentent les usines de la Ruhr.

Cet oxyde colore les grès rouges et les grès bigarrés : le grès bigarré de Lunel (Aveyron) fournit un minéral de fer rendant en moyenne 36 à 40 p. 0/0 de fonte. Voici quelques analyses empruntées à M. Rivot :

	(1) Oligiste (Ain-Mokta) Bone.	(2) Oligiste micacé (Sardaigne.)	(3) Compacte (Veuce) Valais.	(4) Mine rouge (Tierga) Aragon.	(5) Mine rouge (Nassau.)	(6) Mine rouge (Thostes : Côte-d'Or.)	(7) Oligiste (Falcon : Oran.)
Peroxyde de fer.....	90,30	98,90	92,50	88,00	67,70	76,60	81,65
Fer titané.....	7,25	"	"	"	"	"	1,25
Quartz et argile.....	1,35	1,10	7,50	12,00	20,90	12,50	13,40
Alumine.....	"	"	"	"	5,80	5,50	"
Carbonate calcaïque...	"	"	"	"	1,20	traces	"
Acide phosphorique..	"	"	"	"	0,30	"	"
Eau.....	"	"	"	"	4,10	4,60	1,20
Oxyde de manganèse.	"	"	"	"	"	"	2,50
	<u>98,90</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>99,20</u>	<u>100,00</u>

III. Le fer peroxyde hydraté est plus répandu que le précédent ; il est brun et sa poussière est jaune de rouille ; il contient de 57 à 59 pour cent de fer ; les variétés principales sont :

1° L'hématite brune ou noire, en masses fibreuses ou concrétionnées, contient de 14 à 15 pour cent d'eau et 82 de peroxyde de fer anhydre ; elle renferme très-souvent de l'oxyde de manganèse intimement mélangé avec l'oxyde de fer, du quartz et de l'argile, plus rarement du calcaire ou de la dolomie, et très-rarement de la barytine ; elle ne renferme presque jamais de soufre, de phosphore, d'arsenic. L'hématite constitue un excellent minéral de fer ; les variétés manganésifères donnent facilement des fontes blanches à grandes lamelles, contenant de 3 à 4 pour cent de manganèse, et possédant à un haut degré la tendance aciéreuse. Exemple : hématites des Pyrénées, d'Espagne, des environs d'Alais, de l'Algérie.

2° Les minerais compactes ou hématites en roches compactes ont une texture compacte, une cassure irrégulière; ils sont d'un brun moins foncé que les hématites concrétionnées; ils contiennent une moindre proportion d'oxyde de manganèse; leurs gangues sont ordinairement le calcaire, la dolomie, le quartz, l'argile, l'alumine hydratée, la barytine; ils ne contiennent presque jamais de soufre, de phosphore, d'arsenic; ils ne sont que rarement mélangés de silicates ferreux. Les minerais compactes sont généralement très-estimés, car ils donnent des fontes et des fers de bonne qualité; Pyrénées, Espagne.

3° Les minerais terreux et cloisonnés proviennent de l'altération des sulfures métalliques; ils forment le chapeau de fer des filons; ils se trouvent en masses terreuses à la partie supérieure des filons (minerais terreux), ou en boules et rognons isolés dans les divers terrains (minerai géodique ou cloisonné).

Ces minerais d'une richesse médiocre sont souvent très-impurs; ils contiennent fréquemment du quartz, des silicates, de l'argile, du calcaire, de la dolomie, de la barytine, de la sélénite, des sulfures non altérés, principalement de la galène et de la pyrite, des arséniates, des phosphates, etc.

4° Le minerai oolithique se présente en très-petits grains, tantôt d'un brun foncé, tantôt rougeâtres, quelquefois même d'un bleu terne et sale, empâtés dans une gangue calcaire ou marneuse, presque toujours elle-même assez riche en fer hydroxydé. Il est presque toujours mélangé d'une manière intime avec l'alumine hydratée, la silice, le calcaire, l'argile calcaire, le phosphate ferreux ou alumineux.

Ces minerais fournissent un fer de mauvaise qualité; leur rendement moyen est de 26 à 34 p. 0/0 en fer; quelquefois ils sont traités directement dans les hauts-fourneaux: la fonte qu'ils donnent est géné-

ralement cassante et contient une proportion notable de silicium et de phosphore.

5° Le minerai de fer pisolithique ou minerai en grains ou minerai d'alluvion, consiste en peroxyde de fer hydraté sous la forme de grains sphériques, ellipsoïdaux, ou même de formes irrégulières, engagés dans une pâte argileuse ou dans des marnes ferrugineuses ; leurs dimensions sont très-variables ; les plus petits ont la grosseur d'un pois ou des grains de millet.

Ces minerais contiennent le peroxyde de fer hydraté mélangé avec du quartz, de l'argile, des marnes ; rarement, ils renferment du phosphore, de l'arsenic et du soufre ; ils donnent des fontes assez pures ; mais les fontes et les fers qui en proviennent n'ont pas la propension aciéreuse, car ils ne sont pas ordinairement manganésifères (excepté ceux de la Haute-Saône).

Le minerai en grains forme la principale richesse sidérurgique de la France ; c'est lui qui alimente les usines de la Normandie, du Berry, de la Bourgogne, de la Franche-Comté, du Creusot, et en grande partie celles de la Loire et de l'Allier.

La moyenne de leur rendement est de 40 p. 0/0 en fonte et 33 p. 0/0 en fer ; mais quelquefois ce rendement va jusqu'à 56 p. 0/0 en fer.

Les grains sont séparés, par lavage, de la gangue argileuse ou marneuse, et sont seuls traités comme minerais de fer ; une marne bien délayable qui contient de 12 à 15 p. 0/0 de ces grains est exploitable.

Les minerais les plus riches contiennent de 65 à 75 p. 0/0 d'hydroxyde de fer ; la moyenne est de 55 à 60 et pour les plus pauvres de 45 p. 0/0. On abandonne les minerais qui sont au-dessous de 45 p. 0/0 d'oxyde de fer, et, par conséquent, ne rendent pas 30 p. 0/0 de fonte.

6° Les minerais de fer limoneux ou minerais des marais sont très-impurs ; ils contiennent souvent du gypse ou sélénite, des phosphates ferreux, calcique ou aluminique, de la silice, de l'alumine hydratée ; ils sont bruns ou verdâtres, leur peroxyde de fer hydraté est intimement mélangé avec des matières terreuses ; ils renferment rarement de la barytine et de l'oxyde manganique.

Ce minerai de fer est exploité en Allemagne, le fer qu'il donne est cassant à froid ; la fonte qu'il produit est fragile, mais plus fusible que la fonte ordinaire ; les objets moulés en fonte de Berlin, sont fabriqués avec la fonte de ce minerai.

Les analyses qui suivent, empruntées au traité de *Docimasie* de M. Rivot, font connaître la composition des différents types de minerais de fer hydroxydé.

Hématites.

	Hématite brune (Dax : Landes).	Hématite de Rancié (Ariège).		Hématite de Sommo-Rostro (Espagne).	
Peroxyde de fer.	70,00	74,00	79,00	75,00	75,05
Oxyde de mang..	1,50	4,50	6,50	6,00	1,45
Argile.	14,50	11,50	2,50	"	12,50
Quartz	0,75	"	"	11,00	"
Eau	13,25	10,00	12,00	8,00	11,00
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Minerais compactes

	de Rattier (Aveyron).	Minas- Geraës (Brésil).	Meboudja (Algérie).	Minerai alumineux des Baux		
Peroxyde de fer	77,00	78,40	57,25	40,20	35,50	20,00
Oxyde de mang.	3,40	2,60	3,50	"	"	"
Chaux.	"	"	10,00	"	1,00	1,25
Alumine	1,20	"	1,60	34,10	44,00	48,40
Silice	"	"	"	11,00	8,50	8,70
Argile.	4,00	5,30	4,00	"	"	"
Quartz	"	"	"	"	"	"
Eau, acide car- bonique	14,40	13,70	21,00	14,00	13,50	21,10
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>97,35</u>	<u>99,30</u>	<u>99,50</u>	<u>99,45</u>

Minerais cloisonnés et géodiques

	de Régneville (Manche).	de Torrent (Pyrénées- Orientales).	de Vimbund (Puy-de- Dôme).	de Boulogne- sur-Mer.	de d'Alligné- ville (Vosges).
Peroxyde de fer.	81,30	80,00	67,00	63,00	69,50
Oxyde de mang.	"	6,13	"	"	"
Chaux.	"	"	"	"	3,50
Alumine.	1,20	1,45	"	"	"
Acide phospho- rique.	0,60	0,75	0,25	1,55	0,20
Quartz et argile.	5,00	1,17	19,40	21,00	12,00
Eau, acide car- bonique. . . .	11,00	10,00	13,20	14,10	14,00
	<u>99,10</u>	<u>99,50</u>	<u>99,85</u>	<u>99,65</u>	<u>99,20</u>

Minerais en grains

	de Dun- le-Roy.	de Schwab- weiler.	de Cosne (Nièvre).	de Brionde (Haute- Loire).	de Vongeoit (Côte- d'Or).	de la Chapelle (Nièvre).
Peroxyde de fer	55,00	31,50	48,50	35,00	54,00	57,50
Alumine	3,25	2,00	3,25	2,00	3,25	2,60
Silice	1,50	0,25	1,50	1,00	1,10	1,40
Chaux.	"	"	"	"	4,00	1,10
Oxyde de mang.	"	2,90	"	"	"	"
Sable et argile.	23,60	53,60	35,00	51,60	23,60	18,90
Eau, acide car- bonique	16,50	9,30	11,20	9,70	13,50	17,70
	<u>99,85</u>	<u>99,55</u>	<u>99,45</u>	<u>99,30</u>	<u>99,45</u>	<u>99,20</u>

Minerais oolithiques

	d'Ars- sur- Moselle.	de Hayange (Moselle).	d'Eurville (Haute- Marne).	de Boulogne-sur-Mer.	
Peroxyde de fer	63,40	65,00	60,00	35,20	54,00
Alumine.	1,10	0,60	5,20	0,60	1,10
Chaux	3,60	5,30	5,10	"	"
Silice.	3,00	2,20	10,50	2,50	3,50
Sable et argile .	13,30	9,00	2,00	52,10	28,30
Acide phospho- rique.	0,55	traces	0,30	traces	0,40
Eau, acide car- bonique. . . .	14,65	17,35	16,40	9,20	12,50
	<u>99,60</u>	<u>99,54</u>	<u>99,50</u>	<u>99,60</u>	<u>99,80</u>

OCRES. — On donne le nom d'ocres aux dépôts ferrugineux susceptibles d'être employés comme matières colorantes, et contenant généralement moins de 15 à 20 p. 0/0 d'oxyde de fer.

Ce sont des mélanges intimes d'argile, ou bien d'argile et de calcaire, avec du peroxyde de fer anhydre ou hydraté.

La sanguine est une ocre rouge ou du peroxyde de fer anhydre terreux, qui sert à fabriquer les crayons rouges et les terres bolaires.

Ocres.

	Ocre rouge (d'Aix).	Argile ferrugineuse de Vis-Artois (Pas-de-Calais).	Ocre jaune de St-Georges (Cher).	Ocre jaune de Boulogne- sur-Mer.
Peroxyde de fer	23,00	5,30	23,00	28,00
Alumine.	4,50	17,00	3,25	6,50
Silice	7,60	14,20	4,60	11,60
Chaux.	traces	•	2,50	traces
Sable fin et ar- gile.	50,40	62,50	58,05	48,00
Eau, acide car- bonique.	14,50	0,60	8,60	5,60
	<u>100,00</u>	<u>99,60</u>	<u>100,00</u>	<u>99,70</u>

IV. La sidérose ou fer carbonaté se présente en cristaux, en masses lamellaires, en couches colorées en noir par des matières bitumineuses, en rognons et en plaquettes également colorés par des matières charboneuses ou bitumineuses.

Les variétés à texture cristalline qui ne renferment pas de matières organiques sont désignées sous le nom de fer carbonaté spathique; les variétés colorées en noir ou en brun foncé, qui se trouvent dans les terrains houillers, sont connues sous le nom de fer carbonaté des houillères et de fer carbonaté lithoïde.

Le fer spathique forme la gangue principale d'un

grand nombre de filons de galène, de chalkopyrite, de panabase, de blende; il contient toujours des lamelles, des nids ou des mouches de pyrite, de chalkopyrite, quelquefois même de blende et de galène; il est mélangé assez irrégulièrement avec du quartz, rarement avec de la barytine.

La sidérose contient ordinairement plusieurs bases, les oxydes ferreux et manganoux, la magnésie et la chaux, en proportions, variant dans les diverses parties du même filon ou de la même couche. Plus elle est manganésifère, plus elle tend à brunir par l'exposition à l'air; la présence du manganèse est considérée comme étant la cause qui fait rechercher les minerais spathiques pour la fabrication des aciers; les plus recherchés pour cet usage, sont les variétés brunes ou noirâtres, plus ou moins décomposées: celles d'Allevard sont employées pour la fabrication des aciers de Rives (Isère). Les sidéroses ne contiennent jamais d'acide phosphorique, elles donnent presque toutes des fontes très-pures, douées d'une propension aciéreuse à un très-haut degré. Ces fontes sont rarement sulfureuses; assez fréquemment elles renferment un peu de cuivre et d'arsenic.

Minerai de fer spatique

	d'Eizenerz (Styrie)	d'Allevard (Isère).	du Stahlberg (Prusse).	Pierre rousse près de Vizille (Isère).
Oxyde ferreux.	56,30	52,00	44,90	52,60
Oxyde manganoux.	3,30	2,50	10,30	1,70
Chaux	"	"	1,00	1,60
Magnésie.	1,50	5,50	1,60	3,00
Quartz.	"	"	4,20	3,20
Acide carbonique.	38,90	40,00	38,00	37,20
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>99,30</u>

Le fer carbonaté des houillères à texture cristalline et en couches est mélangé d'une manière très-

intime avec du sable quartzeux, avec un peu d'argile; il contient quelques mouches de pyrite, de blende, de galène; il est traversé par des veines minces de sidérose cristallisée et de barytine; il contient une faible proportion de carbonate manganoux, calcique et magnésique et de 3 à 5 p. 0/0 de matières organiques.

Les échantillons les plus riches rendent à l'essai 44 à 45 p. 0/0; dans les bancs quartzeux, le rendement en fonte ne dépasse pas 35 p. 0/0. Les plus beaux gisements de cette variété se trouvent dans le terrain houiller du Gard, à Palmesalade, dans les concessions de la Grand-Combe, de Portes, etc. Le fer carbonaté compacte ou lithoïde est généralement mélangé d'argile, de houille, de carbonate manganoux, calcique et magnésique, de phosphates, de sulfures, d'arséniures.

Les sulfures et les phosphates sont parfois en proportion tellement faible que les minerais peuvent donner des fontes d'assez bonne qualité; d'autres fois, au contraire, ces corps sont en quantité très-notable et masqués par les matières bitumineuses: alors ces minerais produisent des fontes sulfureuses, arsénicales et phosphoreuses, très-cassantes.

Ces minerais rendent en moyenne 38 p. 0/0 de fer; ce sont eux qui font la richesse métallurgique de l'Angleterre, et sa supériorité sur les autres pays, car la réunion du combustible et du minerai sur la même place, permet de fabriquer la fonte, l'acier et le fer à un prix fort médiocre.

Minerai de fer carbonaté lithoïde.

	Minerai cristallin de Palmesalade (Gard).	Minerai lithoïde de Bezenet (Allier).	Minerai lithoïde d'Anzin (Nord).	Minerai lithoïde du Mouillon près de Rive-de-Gier (Loire).
Oxyde ferreux.	54,00	52,00	35,00	25,00
Oxyde manganoux.	1,10	1,00	traces	2,40
Chaux	0,60	2,25	1,50	3,50
Magnésie.	traces	0,75	"	5,60
Alumine	"	1,15	2,75	1,25
Silice.	"	2,10	4,55	2,60
Acide phosphorique.	"	1,50	0,10	0,55
Arsenic	"	0,15	0,05	0,15
Argile	6,00	3,00	10,60	14,65
Quartz.	2,10	"	20,00	16,00
Acide carbonique.	34,60	34,00	23,00	24,70
Eau, matières orga- niques.	1,60	2,10	2,45	3,60
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. GISEMENTS DES MINERAIS DE FER. — I. La magnétite ou fer oxydulé se trouve en cristaux isolés dans des roches amphiboliques, serpentineuses ou schisteuses ; mais le plus souvent il est en grandes masses, tantôt grenues, tantôt compactes ou terreuses (Taberg, Dannemora, en Suède ; Arendal en Norwège ; Cogne et Traverselle, en Piémont ; ile d'Elbe, de Sardaigne, bords du Lac-Supérieur, Dielette, près de Cherbourg, Villefranche, dans l'Aveyron ; Mokta-el-Hadid).

La magnétite est généralement intercalée dans les strates ou les plissements des gneiss, des micaschistes et des roches métamorphiques (Marquette, Dielette, Suède). Elle est quelquefois disséminée en cristaux isolés dans le schiste micacé, ou bien elle y forme des amas considérables, comme à Combenègre, près de Villefranche (Aveyron).

Dans les roches volcaniques, on rencontre souvent des cristaux de magnétite ; ces roches, détruites

par l'action des agents atmosphériques, donnent des sables, que le lavage concentre sur certains points; ces sables noirs contiennent des grains ou des cristaux de magnétite, de fer titané, d'oligiste, etc.

Les roches amphiboliques sont très-riches en fer oxydulé; les beaux gisements de l'Oural, de la Suède, du Canada, des Etats-Unis, des bords du Lac-Supérieur sont associés à des roches amphiboliques.

La magnétite présente quelquefois tous les caractères d'une roche éruptive (Brésil, île d'Elbe); d'après M. Burat, à l'île d'Elbe, elle est intercalée dans le terrain jurassique, métamorphisé, comme dans les Alpes, en calcaire saccharoïde, en gneiss et en schiste micacé. Le gîte du Mont-Calamita forme une espèce d'amas dans des couches cristallines, prolongement des calcaires jurassiques non altérés. On trouve aussi à l'île d'Elbe des brèches composées de fragments anguleux des roches encaissantes et de magnétite cimentés par le fer oxydulé.

II. Le fer oligiste est naturellement rouge quand il est en masses terreuses (sanguine) ou fibreuses (hématite); lorsqu'il est cristallisé, il est métalloïde, et d'un gris d'acier en masse; mais toujours d'un rouge foncé lorsqu'il est réduit en poussière. (Baignorri, île d'Elbe, Framont, la Voulte).

L'oligiste métalloïde se trouve en filons puissants, en masses intercalées dans les terrains cristallophylliens, primaires et même secondaires: les beaux filons de magnétite de la Suède et de l'île d'Elbe renferment une notable quantité d'oligiste.

A l'île d'Elbe, le fer oligiste se présente en masses intercalées dans les calcaires et les schistes jurassiques disloqués; dans les Pyrénées, on le trouve associé aux roches dioritiques ou amphiboliques; dans la même chaîne, il forme des gîtes au contact

du granite et des calcaires primaires et liasiques.

Le fer micacé se présente rarement en masses puissantes, il est presque toujours en veinules ou en couches assez minces dans le micaschiste (Alpes). Dans les roches volcaniques (Auvèrgne, etc.), l'oligiste se présente en lamelles cristallines très-plates et brillantes comme des miroirs métalliques (fer spéculaire), ou bien il tapisse des cavités ou des soufflures.

Dans quelques gisements, le fer oligiste paraît s'être formé par sublimation ; dans d'autres, par transport électro-chimique : tel est celui qui remplace des unios à Beauregard, près d'Avallon.

L'hématite rouge forme des filons dans les terrains cristallins et dans les terrains primaires ; à Framont, dans les Vosges, ce minerai associé à l'hématite brune, se présente sous la forme d'un filon irrégulier.

L'hématite rouge se trouve aussi en couches dans les terrains secondaires : le minerai de la Voulte est formé par l'hématite rouge associée à la sidérose compacte ; il consiste en une couche de deux mètres d'épaisseur qui dépend du terrain jurassique (oxfordien). Les fossiles transformés en minerai de fer, comme dans les couches de Beauregard, démontrent que le terrain est antérieur au minerai.

III. Le fer peroxydé hydraté ou limonite est un minerai brun ou jaune de rouille qui diffère de l'espèce précédente par la présence de l'eau.

L'hématite brune existe en amas de remplissage ou en filons dans les terrains primaires et secondaires, ou au voisinage du granite et des terrains sédimentaires. Elle paraît avoir été déposée par des eaux minérales en même temps que des oligistes micacés, de la sidérose et de l'oxyde manganique. C'est ce mode de formation et de gisement que nous pré-

sentent les gites des Alpes, du Dauphiné, de Rancié et du pied du Canigou, dans les Pyrénées, d'Excideuil dans la Dordogne où le minerai est intercalé dans le calcaire jurassique.

A la Voulte et à Veyras (Ardèche), des couches d'hématite rouge compacte avec fossiles sont dans l'oxfordien. Dans la vallée de la Meuse, les schistes argilo-quartzeux inférieurs au terrain houiller contiennent des couches de minerai de fer qui ont une puissance de 0^m,50 à 2 mètres.

L'hématite compacte est exploitée dans plusieurs départements (Gard, Ardèche, Ariège, Moselle, etc.), en Espagne, en Algérie, etc.

Le fer oolithique à petits grains forme des couches régulièrement intercalées au milieu des terrains jurassiques, ordinairement dans le lias supérieur ou à la base de l'oolithe inférieure. Les couches de fer oolithique, avec fossiles transformés en oxyde de fer hydraté, de la Verpillière ou de St-Quentin (Isère) et de Villebois (Ain), sont dans le lias supérieur; celles de Mondelazac (Aveyron), dans l'oolithe inférieure; de Châtillon (Côte-d'Or), d'Ancy-le-Franc (Yonne), d'Andelot (Jura), dans l'oolithe moyenne.

Le minerai pisolithique forme des dépôts superficiels très-étendus en surface, mais généralement de faible épaisseur; il remplit des fentes et des cavités irrégulières creusées dans les calcaires jurassiques. Ce minerai est commun surtout dans les départements de la Haute-Saône, de la Haute-Marne, du Haut-Rhin, de la Moselle, de la Nièvre, de la Côte-d'Or, etc.

Il appartient à l'époque tertiaire ou même à une époque plus récente. Les terrains tertiaires qui renferment les lentilles ou amas irréguliers de minerais d'alluvion, forment presque toujours des plateaux

élevés; ils recouvrent les plateaux du calcaire jurassique et de la craie; par suite de cette disposition, les minerais se sont déposés dans les anfractuosités de la surface qui porte le sol tertiaire lors de la formation de celui-ci.

On exploite encore, comme minerais d'alluvion, des fers hydroxydés terreux ou géodiques (ocrites), les minerais des marais.

IV. Le fer spathique forme des filons ou se trouve en couches puissantes dans les terrains anciens et dans les terrains primaires et même secondaires (dans les Pyrénées, les Alpes, en Styrie, au Stahlberg). On le trouve en filons dans le grès rouge du trias et dans le terrain primaire de la vallée de Baigorry; il accompagne les hématites brunes dans les gîtes du pied du Canigou (Pyrénées-Orientales), les filons d'Allevard (Isère) se trouvent au contact du gneiss et du terrain jurassique; les fers spathiques de la Styrie et du pays de Siegen forment des filons réguliers, nombreux et puissants dans les terrains primaires.

Le fer carbonaté des houillères se présente en couches, en plaquettes, en rognons avec la texture cristalline (houillère de Palmesalade, Gard) ou bien tout à fait compacte, coloré en noir ou en brun plus ou moins foncé par des matières organiques bitumineuses.

Le fer carbonaté lithoïde se trouve quelquefois en rognons dans les marnes supérieures de lias (Milhau, Aveyron) ou dans le terrain crétacé inférieur (falaises des environs de Boulogne-sur-Mer). Mais son gisement le plus habituel est le terrain carboniférien; il forme tantôt des rognons aplatis, tantôt des masses informes disséminées dans les argiles schisteuses qui accompagnent la houille ou associés au grès houiller.

Les mineurs anglais le divisent en deux sortes : 1° les minerais en balles, ball-iron, en rognons dans les argiles schisteuses ou dans la houille ; 2° les minerais en couches ou bancs noirs, plat-iron, black-band, qui forment des couches continues dans les parties inférieures du terrain houiller : ce sont des couches de grès enrichies par un ciment de sidérose. Quoique moins riches que les minerais en balles, leur existence est plus certaine et leur exploitation plus régulière. Le bassin houiller de l'Aveyron est riche en minerai de fer lithoïde ; on le trouve aussi dans celui de la Haute-Loire, à Brassac, de l'Allier ; le bassin de la Loire (Rive-de-Gier, Saint-Étienne, Terre-Noire, etc.) renferme des minerais des houillères ; mais les gîtes en sont si irréguliers, que les espérances qu'on avait eues en créant les usines de Terrenoire ont dû être abandonnées.

Le terrain houiller de la Belgique est peu riche en fer carbonaté, mais ce minerai est exploité dans le Palatinat et la Silésie.

1^{re} *Espèce* : *Fer natif* (H.). *Sidéros* (Grecs).
Gediegen-Eisen (W.).

Variétés : 1° Fer natif tellurique, 2° Fer natif météorique ou sidéritique.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le fer natif est d'un gris métallique, sa cassure est grenue et quelquefois lamelleuse ; sa dureté = 4,5, sa densité = 7,8 ; il est attirable à l'aimant, il est infusible au chalumeau, fond à une très-haute température, environ 1,500 degrés du thermomètre à air ; il est soluble dans l'acide azotique.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le fer natif cristallise dans le système régulier ; la forme do-

minante est l'octaèdre régulier avec clivages cubiques ; il ne se présente jamais sous la forme de cristaux complets, mais en masses à la surface desquelles on aperçoit quelquefois des traces de cristallisation ; c'est surtout dans les variétés nickelifères ou fers météoriques que ce phénomène se présente. Ces masses souvent cellulaires, montrent dans leurs cavités des lames saillantes de forme triangulaire, parallèles aux faces de l'octaèdre régulier.

En décomposant le chlorure ferreux par l'hydrogène, on a obtenu des cristaux cubiques de fer ; le fer en barres présente quelquefois de petites cavités tapissées de squelettes d'octaèdres réguliers.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le fer natif est très-rare ; relativement à son origine on en distingue deux sortes : 1° le fer natif tellurique, 2° le fer natif sidéritique.

1° Le fer natif tellurique est celui qui appartient en propre à notre globe, il a été produit aux dépens des minerais ferrifères ; il est tantôt pur, tantôt acié-reux ou combiné avec une faible proportion de carbone.

En Saxe, on a trouvé le fer natif pur, en concrétions nodulaires ou en stalactites, au milieu de minerais de fer oxydés ; à la montagne d'Oulle, près d'Allemont (Isère), on l'a trouvé en stalactites, enveloppé de limonite, de quartz et d'argile, enfin on l'a signalé dans les produits des volcans d'Auvergne.

A l'état natif, le fer existe, disséminé en grains indiscernables dans un grand nombre de roches, car si on met la roche en présence d'une dissolution de sulfate cuivrique, on voit bientôt se précipiter du cuivre métallique. Aux États-Unis, près du Mont Canaan, on connaît un filon de fer natif, large de quelques centimètres ; il est placé au milieu d'un

schiste micacé et bordé des deux côtés par des salbandes de graphite, qui traverse aussi le filon. Le fer natif aciéreux paraît devoir son origine à l'action des feux souterrains, on l'a signalé près de Neris (Allier) dans un endroit où existe une houillère embrasée, il y est en petits globules à surface finement striée, au milieu de roches altérées par la combustion de la houille.

2° Le fer natif météorique ou sidéritique n'a pas une origine terrestre, car il se rencontre toujours dans les météorites ou forme à la surface de notre planète, des blocs erratiques d'un caractère tout particulier, auxquels on attribue une origine atmosphérique ou sidéritique.

« Les météorites connus, dit M. Daubrée, se rapportent à deux grandes divisions : les fers et les pierres.

« Dans les fers on a établi trois subdivisions :
« 1° fer sans mélange de matières pierreuses ; 2° fer renfermant des globules de péridot (fer de Pallas) ;
« 3° fer associé à des silicates, péridot et pyroxène (Sierra de Chaco).

« Les pierres pour la plupart ne renferment le fer natif qu'en petits grains et disséminé au milieu de silicates, principalement à bases de magnésie et de protoxyde de fer.

« D'autres, sans fer natif et formées, d'ailleurs, comme les précédentes, de silicates magnésiens, renferment de l'olivine ou d'autres silicates moins basiques, ou enfin sont caractérisées par la présence de matières charbonneuses.

« Enfin, un dernier groupe, sans fer natif ni péridot, pauvre en magnésic, renfermant l'alumine en quantité notable, se caractérise par un mélange grenu d'anorthite et de pyroxène et par son analogie avec certaines laves.

Le fer météorique se présente donc en masses métalliques, éparses à la surface du globe ou disséminées en petits grains dans les météorites. Mais ce fer natif n'est jamais parfaitement pur, il est presque toujours mélangé d'une certaine quantité de nickel et quelquefois des traces de cobalt, de chrome et de manganèse : la proportion de nickel peut aller jusqu'à 20 pour 0/0 ; quelquefois elle s'abaisse jusqu'à 9 et 3 pour 0/0 et quelquefois même semble disparaître.

Le fer météorique en masses métalliques presque pures, caverneuses, contient toujours du nickel et dans les cavités se montrent des traces de cristallisation ; sa structure cristalline se manifeste sur une surface que l'on polit, puis que l'on passe à l'acide. Les dessins réguliers qui apparaissent alors ont reçu le nom de figures de Widmanstaetten (1). Les masses dépourvues de nickel sont en concrétions et sans structure cristalline, comme exemples de fer météorique nous citerons :

(1) M. de Reichenbach (1861), pour faire apparaître ces figures, chauffe une plaque bien polie à une température convenablement élevée. Elle prend des teintes ou des colorations variées, bien distinctes les unes des autres, qui dessinent une sorte de mosaïque, et font connaître la présence du fer et du nickel.

M. Daubrée (1867) plonge une plaque polie de fer météorique dans une dissolution saline de cuivre, aussitôt un réseau se forme par des aiguilles de phosphore de fer et de nickel ou Schreibersite ; ensuite, autour de chaque aiguille entière, il se forme une auréole de cuivre, et tous les points restés blancs sont dès lors recouverts de cuivre. On dissout le dépôt de cuivre par l'ammoniaque, alors la surface du fer météorique montre le phosphore sous forme d'aiguilles parallèles d'un vif éclat, autour desquelles reparait l'auréole signalée qui se montre comme un métal plus blanc que le reste de la masse.

1 ^o La masse de fer tombée le 26 mai 1751 à Hraschina (Croatie), d'un poids de . . .	35 ^k ,500
2 ^o La masse de fer tombée à Brauneau (Bo- hême) le 14 juillet 1847.	15 à 20 kil.
3 ^o La masse de fer dite de Pallas, à Krasno- jarsk en Sibérie	750
4 ^o La masse de fer dite de Brard à Caille (Var)	591
5 ^o La masse de fer malléable exploitée sur les bords du Sénégal.	
6 ^o La masse de fer en Louisiane sur les bords de la rivière rouge.	1,500
7 ^o La masse de fer à Bahia (Brésil).	7,000
8 ^o Id. à Olumba (Pérou)	1,500
9 ^o Id. près de Durango (Mexique) .	20,000

Le fer natif, en grains disséminés dans les météorites, se trouve dans les météorites : de l'Aigle (Orne), tombée le 15 mars 1806 ; d'Alais (Gard), 15 mars 1806 ; de Juvenas (Ardèche), 15 juin 1821 ; de Montrejeau (Haute-Garonne), 1858 ; de Chantonnay, d'Agen, de Vouillé, de Favars, d'Aumale, etc.

Sulfures de fer.

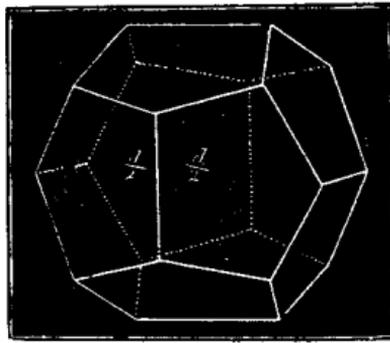
2^o *Espèce : Pyrite. Pyrite martiale. Pyrite cubique. Pyrite jaune. Fer sulfuré jaune (H.).*

CHARACTÈRES PHYSIQUES. — La pyrite a un aspect métallique avec une couleur d'un jaune de bronze ou de laiton, quelquefois d'un jaune d'or ; son éclat est très-vif ; elle est complètement opaque ; sa densité varie de 4,7 à 5, sa dureté de 6 à 6,5. Elle fait feu au briquet en dégageant une odeur sulfureuse ; elle est cassante, sa cassure est inégale et grenue ; sa *poussière est verdâtre.*

CHARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La pyrite cristallise dans le système cubique (sous-système hexadiédrique) ; la forme primitive est l'hexa-dièdre ou dodécaèdre pentagonal (fig. 183) ; les formes les

plus ordinaires sont l'octaèdre et le cube, tantôt à faces lisses, tantôt à faces striées parallèlement aux

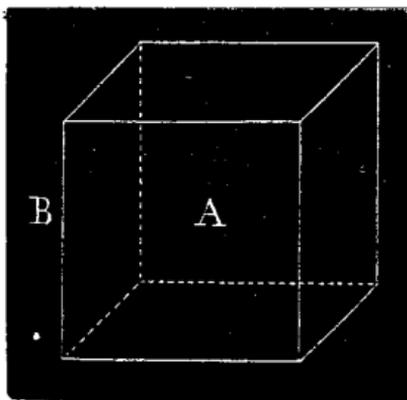
Fig. 183.



arêtes, dans un seul sens sur chaque face, et dans trois sens perpendiculaires sur les trois faces adjacentes d'un même angle solide. Cette variété cristalline est dite pyrite triglyphe.

Après le cube, les formes dominantes, chez la pyrite, sont le dodécaèdre pentagonal et le dodécaèdre; puis, toutes les combinaisons possibles de

Fig. 184.



ces deux formes avec le cube ou l'octaèdre régulier.

lier. Les variétés cristallines sont donc : 1° la pyrite cubique ; 2° pyrite octaédrique ; 3° pyrite dodécaèdre ; 4° pyrite dodécadièdre ; 5° pyrite trapézoèdre ;

Fig. 185.

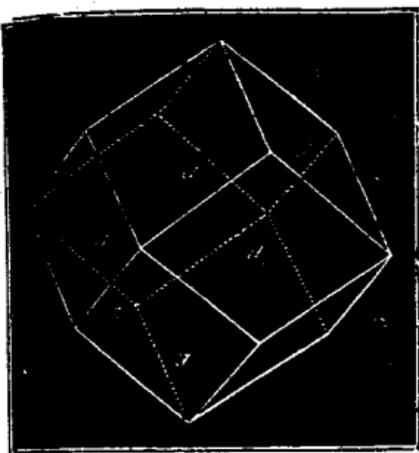
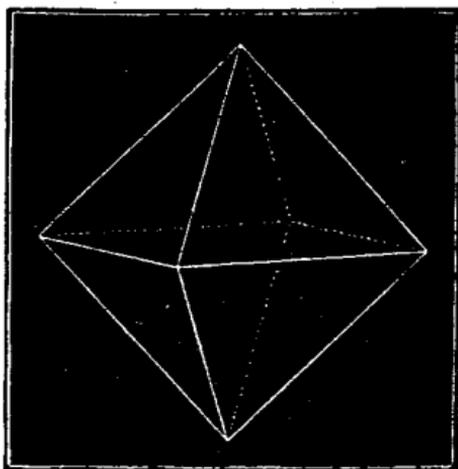


Fig. 186.



6° pyrite cubo-octaèdre ; 7° pyrite cubo-dodécaèdre ; 8° pyrite icosaèdre (fig. 184, 185, 186, 187, 188).

Fig. 187.

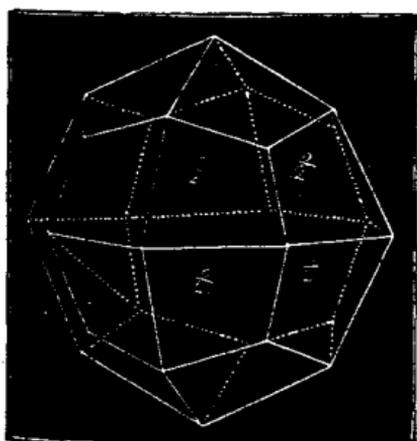
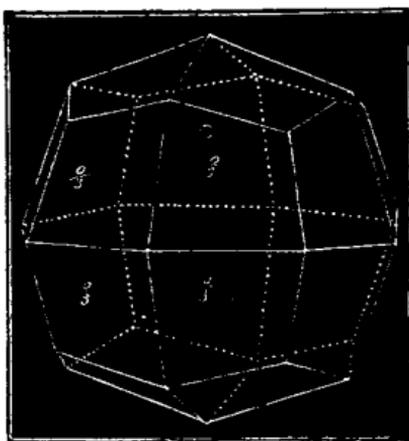


Fig. 188.



La pyrite ne présente pas de clivages ou à peine des traces de clivages très-imparfaits.

Outre ces variétés cristallisées, qui offrent souvent des cristaux volumineux, la pyrite jaune se trouve en concrétions, formant des boules hérissées de pointes cristallines ou des enduits sur des gangues diverses. Elle forme aussi très-fréquemment des dendrites ramifiées autour d'axes rectilignes ou courbes; enfin, elle se présente en masses amorphes.

La pyrite remplace très-fréquemment, par épigénie ou pseudomorphose, des débris organiques. Ces formes semblent dues à l'action réductrice qu'ont exercée les matières organiques en décomposition putride sur les sulfates.

La pyrite hépatiche est le résultat d'une décomposition de la pyrite jaune. Sous les formes extérieures de la pyrite, elle ne renferme plus que de l'oxyde ferrique : le soufre a complètement disparu sans que le cristal ait rien perdu de sa netteté; quelquefois on trouve, au centre du cristal, un noyau de pyrite non altéré. On a donc comme variétés de forme : 1° la pyrite concrétionnée; 2° la pyrite aciculaire ou radiée; 3° la pyrite dendroïde; 4° la pyrite compacte; 5° la pyrite pseudomorphique; 6° la pyrite décomposée.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La pyrite brûle à la flamme d'une bougie; en la chauffant dans un tube, le soufre se sublime; au chalumeau, elle se grille avec dégagement d'acide sulfureux et fond ensuite en un bouton noir attirable à l'aimant. Elle est inattaquable par l'acide chlorhydrique et par l'acide sulfurique étendu; mais elle est attaquée par les acides oxydants, comme l'acide azotique et l'eau régale, avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

La pyrite chauffée en vase clos se décompose en soufre, qui distille et en un sulfure qui reste dans l'appareil distillatoire. Ce sulfure peut être consi-

déré comme une combinaison du protosulfure et du bi-sulfure de fer, correspondant à la formule $\text{Fe}^{\text{S}}\text{S}^{\text{S}}$. Chauffée dans un creuset de terre jusqu'au rouge très-vif, la pyrite se décompose en abandonnant une partie de son soufre; il reste dans le creuset une espèce de matte dont la composition se rapproche de celle du protosulfure de fer, mais avec un peu plus de soufre. Cette matte est attaquable par l'acide sulfurique étendu avec dégagement d'acide sulfhydrique. En opérant la calcination dans un creuset brasqué, on peut chasser la moitié du soufre de la pyrite.

La pyrite se conserve fort longtemps dans les collections sans subir aucune altération; les gangues qui l'accompagnent le plus habituellement sont le quartz, le calcaire, la barytine, l'argile schisteuse; elle contient souvent des traces d'arsenic, d'or, d'argent et de cuivre; de là, les variétés de mélange: 1° pyrite arsénifère; 2° pyrite aurifère; 3° pyrite argentifère; 4° pyrite cuprifère.

La pyrite pure est composée de :

		Rapports atomiques.	
Soufre	54,30	54,26	0,270 2
Fer	45,70	45,74	0,135 1
	100,00	100,00	

Formule : FeS^2 .

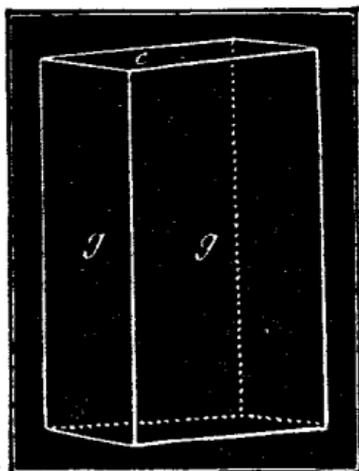
3° *Espèce : Marcassite (Haid). Sperskise (Beud.). Pyrite blanche. Fer sulfuré blanc (H.). Pyrite prismatique.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La marcassite a une couleur d'un jaune de bronze pâle ou d'un jaune livide tirant sur le verdâtre ou le blanc métallique; sa surface est quelquefois brune ou irisée par un commencement d'altération; sa poussière est d'un

gris verdâtre; sa densité varie de 4,6 à 4,8, sa dureté est comprise entre 6 et 6,5; elle donne des étincelles par le choc du briquet; elle est cassante, à cassure grenue et inégale; elle est opaque.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La marcassite cristallise dans le système ortho-rhombique; la forme primitive est un prisme ortho-rhombique de $106^{\circ}, 5'$, dont le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{20}{19}$. Les formes dominantes sont :

Fig. 189.

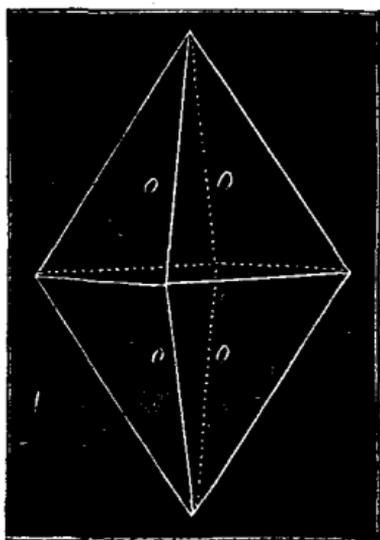


1° Le prisme droit rhombique (fig. 189); 2° l'octaèdre droit à base rectangle (fig. 190 et 191), avec des clivages prismatiques parallèles aux pans du prisme. Les cristaux sont fréquemment groupés par hémitropie parallèlement à une face du prisme. Plusieurs cristaux, groupés successivement entre eux, se réunissent autour d'un axe commun, de manière à former une macle circulaire.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La marcassite, à la

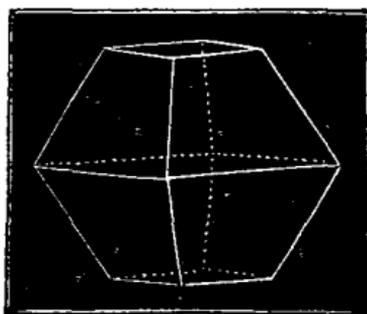
flamme d'une bougie, donne une légère fumée et dégage une odeur de soufre brûlé; au chalumeau et en présence des acides, elle se comporte comme la pyrite blanche.

fig. 190.



Elle se décompose très-facilement à l'air humide et se transforme en sulfate ferreux : pour la con-

Fig. 191.



server dans les collections, il est utile de l'enduire d'un vernis. Quelquefois, mais rarement, le produit de la décomposition est de la pyrite hépatique; la

pyrite jaune résiste davantage à l'altération spontanée et se change en hydrate de peroxyde de fer.

			Rapports atomiques.	
Soufre	53,35	53,60	0,266	2
Fer	45,07	45,65	0,134	1
	<u>98,42</u>	<u>99,25</u>		

Formule : FeS^2 .

4^e Espèce : *Pyrrhotine (Haid). Leberkise (Beud).*
Pyrite magnétique. Fer sulfuré magnétique (H.).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La pyrrhotine possède un éclat métallique faible; sa couleur est d'un brun bronzé ou d'un jaune de bronze mêlé de rougeâtre; sa poussière est d'un noir grisâtre, sa râclure d'un gris verdâtre: sa densité = 4,6; sa dureté est comprise entre 3,5 et 4,5: elle est rayée par les autres pyrites de fer; elle se laisse casser aisément, ne fait pas feu au briquet; sa cassure est inégale et lamelleuse dans le sens du clivage, conchoïdale et même grenue dans le sens transversal; elle agit sur l'aiguille aimantée et est souvent magnéti-polaire.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La pyrrhotine cristallise dans le système hexagonal; la forme fondamentale est le di-hexaèdre ou di-rhomboèdre de 126°, 52', ou bien le prisme hexagonal régulier dans lequel le côté de la base égale la hauteur.

Mais elle est rarement cristallisée d'une manière bien nette; les cristaux les plus purs sont ceux qui se trouvent dans les météorites. Le plus souvent la pyrite magnétique se trouve en masses lamelleuses, cristallines, reconnaissables à leur nuance.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Elle est attaquable par les acides non oxydants; tantôt elle dégage de l'hy-

drogène sulfuré en laissant du soufre comme résidu, tantôt elle abandonne du soufre et du bisulfure de fer FeS^2 ; elle est fusible au chalumeau ; elle dégage de l'acide sulfureux et laisse, soit de l'oxyde de fer (flamme extérieure), soit du fer métallique (flamme intérieure).

La pyrrhotine est quelquefois accompagnée de pyrite arsénicale, de blende, de galène, de harkise ou nickel sulfuré. On exploite (en Piémont, en Angleterre) des pyrites magnétiques qui renferment jusqu'à 20 pour 100 de nickel.

Leurs gangues les plus habituelles sont le quartz, les schistes, des silicates magnésiens et calciques, etc.

La pyrrhotine pure est composée de :

		Rapports atomiques.	
Soufre	40,43	40,15	0,199 8
Fer.	59,63	59,85	0,176 7
	<u>100,06</u>	<u>100,00</u>	

Formule : $\text{FeS}^2 + 6\text{FeS} = \text{Fe}^7\text{S}^8$ ou Fe^3S^4 .

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES DES PYRITES. LEUR GISEMENT. — Les pyrites de fer sont des minéraux très-abondants ; on les trouve dans les terrains cristallins et dans les terrains sédimentaires, en filons, en amas, en veines, en masses mamelonnées, concrétionnées ou radiées, etc. Cette diffusion des pyrites nous indique que leur origine peut être due à la double formation ignée ou aqueuse. Du reste, la présence des pyrites de fer au milieu de roches granitiques ne laisse aucun doute sur leur origine ignée ; leur formation par les eaux minérales ou thermo-minérales n'est pas non plus douteuse, puisqu'on voit se former des mouches de pyrite encore sous nos yeux.

La pyrite jaune se trouve en filons ou fait partie des filons métallifères et pierreux qui traversent les

terrains cristallins ou sédimentaires de toutes les époques; les plus beaux groupes de cristaux de pyrite viennent des filons métallifères (minerais de fer) de l'île d'Elbe, de Piémont, des Cévennes, des Pyrénées; etc.; on la trouve en couches ou en lits dans les roches primaires.

La pyrite blanche est moins répandue que l'espèce précédente, et se trouve en masses moins considérables; on ne la trouve point en couches ou en lits dans les schistes primaires; mais elle se trouve dans les filons qui les traversent. A l'état de dissémination, elle est assez commune dans les terrains sédimentaires des périodes secondaire et tertiaire. On la trouve surtout disséminée : 1° dans les schistes bitumineux ou ampélites; 2° dans les combustibles charbonneux : houilles, lignites, tourbes; 3° en boules, en rognons dans les argiles, les marnes, la craie et les silex de la craie.

Lorsqu'elle est disséminée dans les quartzites, dans les micaschistes et dans les autres roches quartzieuses, elle est presque toujours notablement aurifère.

La pyrite magnétique se trouve généralement dans les terrains anciens : on la connaît en filons, en couches, ou même en mouches disséminées dans le micaschiste. A Valtorte, près de Fleury (Rhône), elle traverse le terrain cristallin.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — 1° Les pyrites aurifères de l'Oural, du Brésil, du Piémont, du Valais, de Freiberg sont employées pour l'extraction de l'or au moyen de l'amalgamation. En Piémont et en Angleterre, on exploite des pyrites magnétiques pour en retirer le nickel qu'elles contiennent.

2° Depuis longtemps, on emploie en Hongrie les pyrites pour l'extraction du soufre et pour la fabri-

cation de l'acide sulfurique. Depuis que le prix du soufre s'est élevé sur nos marchés, nos industriels ont songé à tirer parti des pyrites pour obtenir cette matière et pour fabriquer l'acide sulfurique. Les usines de MM. Perret et C^{ie}, à Chessy, à Lyon, etc., emploient exclusivement les pyrites pour donner le gaz sulfureux qui doit servir à former l'acide sulfurique.

Depuis quelques années l'exploitation des pyrites a pris un grand développement, surtout dans la vallée du Gardon où les gîtes pyriteux sont très-abondants ; ils sont intercalés tantôt dans le gneiss, tantôt dans les marnes supérieures du lias, tantôt dans les calcaires dolomitiques. Ces pyrites, vrais gîtes de contact, forment des masses continues sur d'assez grandes étendues, qui atteignent, à la Croix-de-Palière et aux Adams, jusqu'à 5 mètres de puissance.

Les divers frais d'exploitation et de transport jusqu'à Alais ne dépassent pas 10 francs la tonne : les concessionnaires vendent ces pyrites à raison de 12 à 14 francs, aux négociants de Marseille, auxquels les pyrites reviennent de 20 à 25 fr. rendues à leurs usines.

Il faut de 4 à 6 tonnes de pyrite pour produire une tonne de soufre, qui se vend en moyenne à 200 fr. la tonne, or 6 tonnes, en supposant la pyrite pure, coûtent environ $6 \times 20 = 120$ fr., en plus les frais de manipulation : donc au prix actuel du soufre, il n'y a pas bénéfice à extraire ce corps des pyrites ; mais elles sont avantageusement exploitées pour la fabrication de l'acide sulfurique.

3° Les pyrites blanches, disséminées dans les lignites de l'argile plastique, sont employées pour la fabrication du sulfate ferreux ou couperose verte ; cette fabrication est très-active dans le département

de l'Aisne. Dans le même département, les argiles pyriteuses de l'argile plastique servent à la préparation de l'alun. En Belgique, on emploie à cet usage les schistes alumino-pyriteux ou ampélites du terrain anthracifère qui, entre Liège et Huy, forment des couches de 2 à 30 mètres de puissance.

Arsénio-sulfures de fer.

5° *Espèce : Mispickel. Pyrite arsénicale. Arséno-pyrite (Glock). Fer arsénical (H.).*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le mispickel possède un éclat métallique vif avec une couleur d'un blanc d'étain, quelquefois un peu grisâtre ou jaunâtre ; *sa poussière est noire* ; sa densité varie de 5,8 à 6,2 ; sa dureté est comprise entre 5,5 à 6 ; il fait feu au briquet en dégageant l'odeur alliagée caractéristique de l'arsenic ; il est cassant, avec une cassure inégale et granulaire.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le mispickel cristallise dans le système ortho-rhombique ; la forme primitive est un prisme droit rhomboïdal de 111° , sans clivages. Les cristaux généralement disséminés dans les gangues, sont des prismes allongés ou des prismes courts modifiés sur les angles par des biseaux très-aigus.

Les masses de mispickel sont parfois demi-cristallines ou grossièrement fibreuses, d'autres fois amorphes, compactes.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le mispickel est soluble dans l'acide azotique ; au chalumeau, il dégage une odeur arsénicale un peu sulfureuse ; chauffé dans un tube, il se sublime du sulfure d'arsenic qui se con-

dense en un anneau rouge orangé, et l'arsenic métallique se condense au-dessous en un anneau noirâtre; en chauffant à la flamme intérieure, on obtient un bouton noir magnétique.

Le mispickel est composé :

			Rapports atomiques.	
Soufre. . . .	20,00	20,132	0,100	1
Arsenic . . .	46,50	43,418	0,092	1
Fer.	33,50	34.948	0,102	1
	<u>100,00</u>	<u>98,498</u>		

Formule : $\text{FeS}^2 + \text{FeAs}^2$.

GISEMENT. — Ce minéral se trouve principalement dans les filons stannifères (Cornouailles) et argentifères; il se trouve aussi souvent associé avec des minerais de nickel et de cobalt.

USAGES. — Le mispickel est un minéral d'arsenic; on l'emploie pour la préparation de l'arsenic, de l'acide arsénieux et du sulfure d'arsenic. En Silésie, on l'exploite en masses et en veines disséminées dans une serpentine. Certaines variétés sont employées pour l'extraction de l'argent: celles qui sont cobaltifères servent à se procurer le smalt ou bleu de cobalt.

Arséniure de fer.

6° *Espèce* : *Lolingite* (Haid). *Moshine* (Chapm.).
Leucopyrite. *Fer arsénical axotome* (Moshs.).

CARACTÈRES. — La lolingite possède un éclat métallique, une couleur d'un blanc d'étain ne tirant pas sur le jaunâtre, *sa poussière est noire*; sa dureté est de 5,5, elle est cassante, elle dégage une forte odeur alliagée sous le choc du marteau; sa densité varie de 7 à 7,4.

Elle n'est pas attaquée par l'acide chlorhydrique ; mais elle est soluble dans l'acide azotique et l'eau régale. Au chalumeau, elle dégage une odeur alliée sans traces d'odeur sulfureuse, avec un bouton magnétique pour résidu. Chauffée dans un tube, il ne se forme qu'un anneau d'arsenic, sans production de sulfure rouge. Elle est composée de :

			Rapports atomiques.	
Soufre	1,33	1,94	0,008	
Arsenic. . . .	70,09	65,99	0,140	2
Fer	27,30	28,06	0,075	1
Gangue.	2,17		
	<hr/>	<hr/>		
	98,62	98,16		

Formule : FeAs_2 .

La lollingite cristallise dans le système orthorhombique, ses formes sont les mêmes que celles du mispickel et ne diffèrent que par des valeurs d'angles.

Elle est aussi un minerai d'arsenic, elle se trouve accidentellement dans certains filons métallifères, au Hartz, avec l'argent antimonial, l'argent rouge, l'arsenic natif, en Saxe ; à Reichenstein en Silésie, dans la serpentine avec le mispickel ; à Loling en Carinthie, dans la sidérose, etc.

Minerais ferrifères.

I. OXYDES DE FER.

A. Anhydres.

7^e Espèce : *Magnétite (Dana). Fer aimant, fer oxydulé (H.). Oxyde de fer magnétique. Ferroferrite.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La magnétite est une substance d'une couleur gris foncé ou gris d'acier,

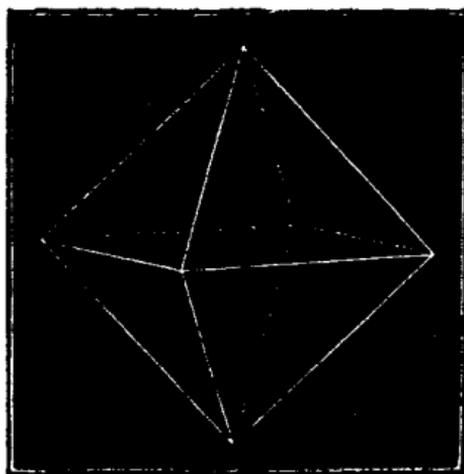
d'un aspect métallique et quelquefois terreux, à *poussière d'un noir pur ou noir de charbon*; elle se présente en cristaux et en masses tantôt granuleuses, tantôt grenues. Sa densité varie de 4,8 à 5, sa dureté est variable de 5,5 à 6,5; elle fait feu au briquet, est cassante, avec une cassure semi-vitreuse, quelquefois conchoïdale, généralement inégale, quelquefois grenue ou lamelleuse. Elle est fortement magnétique ou attirable à l'aimant, accidentellement magnétipolaire, surtout en grandes masses, et constitue l'aimant naturel.

On distingue plusieurs variétés de magnétite, savoir : 1° magnétite cristalline, en grains, en nodules ou en cristaux arrondis dans les sables provenant de la destruction de roches volcaniques; 2° magnétite lamelliforme, en cristaux lamelleux; 3° magnétite granulaire en grains plus ou moins fortement agrégés, quelquefois la cassure est brillante comme celle de l'acier; 4° magnétite compacte, en masses amorphes, à cassure conchoïdale ou inégale; 5° magnétite terreuse, à l'aspect lithoïde ou d'apparence ocreuse, mélangée souvent de limonite et d'oligiste; 6° magnétite titanifère, en cristaux octaédriques, d'un noir foncé, disséminés dans les schistes cristallins ou les roches basaltiques. Cette variété titanifère contient une quantité d'acide titanique variable de 5 à 20 p. 0/0, elle se trouve en nodules ou en grains dans des sables provenant de la destruction des roches basaltiques; sur les côtes d'Italie, on exploite des sables qui sont un mélange de fer oxydulé titanifère et de péridot.

Les exploitations de la Suède ont lieu sur la magnétite cristalline ou grenue et quelquefois sur la magnétite compacte (gites de Dannemora); celles du Piémont (Saint-Marcel, Cogne, Traverselle), sur des filons cristallins ou de minerai grenu.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La magnétite cristallise dans le système régulier, sa forme primitive est le cube, les formes simples dominantes sont :

Fig. 192.



l'octaèdre régulier (fig. 192), le cubo-octaèdre (fig. 193 et 194), le dodécaèdre rhomboïdal. Les cristaux

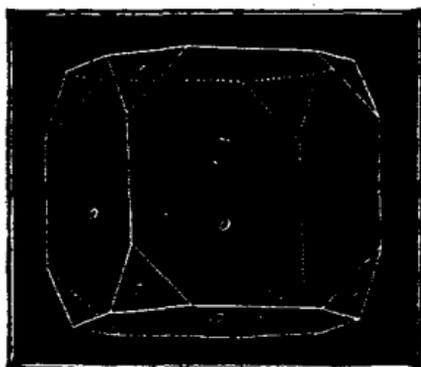
Fig. 193.



de magnétite sont ordinairement octaédriques, rarement bien dégagés de la masse schisteuse, serpentineuse ou chloriteuse qui les entoure. Ces octaèdres sont parfois maclés, souvent aussi ils sont tronqués

par le dodécaèdre rhomboïdal. Les cristaux sont striés parallèlement aux grandes diagonales des rhombes ou aux intersections de l'octaèdre et du dodécaèdre rhomboïdal.

Fig. 194.



CARACTÈRES CHIMIQUES. — La magnétite est soluble dans l'acide chlorhydrique, mais insoluble dans l'acide azotique; elle est infusible au chalumeau, elle y prend une couleur brune et n'agit plus sur l'aiguille aimantée; elle est composée de :

Fer. . . .	71,785	ou	}	Oxyde ferrique. . .	69
Oxygène. . .	28,215			Oxyde ferreux. . .	31
	100,000			100	

Formule : $\text{Fe}^3\text{fe} = \text{Fe}^3\text{O}^4$.

8^e Espèce : *Franklinite* (Berth.). *Isophane* (Breith.).

CARACTÈRES. — La franklinite est un fer oxydulé où l'oxyde ferreux est remplacé par l'oxyde de zinc en tout ou en partie; elle possède l'apparence du fer oxydulé, elle est noire, faiblement magnétique et a un éclat demi-métallique, elle cristallise en octaèdres réguliers; sa densité varie de 5,09 à 5,12, sa dureté = 6,5. La franklinite est infusible au chalu-

meau ; à la flamme réductrice , elle se réduit en partie en donnant une auréole d'oxyde de zinc ; elle est soluble dans l'acide chlorhydrique , elle est composée de :

Oxyde ferrique.	66
Oxyde rouge de manganèse.	16
Oxyde de zinc	17
	<hr/>
	99

Formule : $(Zn, mn) Fe^3$.

On l'a trouvée à Franklin, à Sparte, dans le New-Jersey (Amérique du Nord), où on l'exploite comme minéral de fer ; on l'a citée à la mine d'Altenberg près d'Aix-la-Chapelle.

9° *Espèce : Oligiste (H.). Hématite (Hausm.). Fer oxydé rouge. Peroxyde de fer anhydre.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le fer oligiste a un aspect métalloïde et brillant dans les cristaux et les masses cristallines ; un aspect lithoïde et terne dans les variétés non cristallines, compactes et terreuses. On peut faire trois divisions dans cette espèce : 1° oligiste métalloïde ; 2° oligiste concrétionné ou compacte, hématite rouge ; 3° oligiste terreux ou sanguine.

1° Le fer oligiste métalloïde à une couleur noir de fer ou gris d'acier en masse, avec des irisations quelquefois à la surface, mais la couleur *de sa poussière est rouge*. Les cristaux épais sont opaques ; mais les lames du fer spéculaire des volcans, lorsqu'elles sont très-minces, sont faiblement transparentes et paraissent rouges lorsqu'on les place entre l'œil et la lumière.

L'oligiste possède un magnétisme très-faible ou nul ; sa densité = 5,3, sa dureté varie de 5,5 à 6,5, fait feu au briquet, sa cassure est inégale, quelquefois vitreuse et conchoïdale, et toujours de couleur

plus claire et plus éclatante que celle de la magnétite.

L'oligiste métalloïde admet plusieurs variétés de forme, savoir : 1° l'oligiste lenticulaire ; 2° l'oligiste laminaire ; 3° l'oligiste spéculaire ou lamelliforme ; 4° l'oligiste micacé ou écailleux ; 5° l'oligiste granulaire.

2° L'hématite rouge et la sanguine ont une couleur rouge foncé ou rouge de sang.

L'hématite se présente souvent en masses mamelonnées ou fibreuses, à aspect métalloïde, grisâtre, avec des places plus rouges, à poussière toujours rouge, on y distingue les variétés suivantes : 1° hématite rouge compacte ; 2° hématite rouge polyédrique ou bacillaire ; 3° hématite rouge pseudomorphique ; 4° hématite épigène : martite ou fer oligiste octaèdre, provenant de la suroxydation de l'oxydure (Brésil, Auvergne).

La sanguine est l'oligiste terreux, mélange d'argile et de matières terreuses diverses.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'oligiste cristallise dans le système hexagonal (sous-système rhomboédrique) ; la forme primitive est un rhomboèdre de $86^{\circ}, 10'$, avec des clivages peu sensibles parallèlement aux faces du rhomboèdre. Les cristaux sont généralement complexes, ce sont des rhomboèdres, des scalénoèdres et des prismes à six faces plus ou moins modifiés.

Le fer oligiste spéculaire des volcans (cratère de Stromboli, trachytes et laves d'Auvergne) cristallise en lames minces hexagonales, qu'on a pu reproduire artificiellement en faisant réagir la vapeur d'eau sur le perchlorure de fer. Ces écailles, connues sous le nom de fer spéculaire, à cause de leur aspect miroitant, sont des lames hexagonales bordées par les faces du rhomboèdre ; les faces rhomboédriques sont gé-

néralement striées, quelquefois le contour de ces écailles est rhomboédrique.

Ces lames d'oligiste sont souvent empilées les unes sur les autres, mais non parallèlement; il y a une sorte de creux au centre et les bords sont relevés. On trouve au Vésuve des octaèdres réguliers d'un noir de fer de magno-ferrite = $Mg Fe^3$.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le fer oligiste est infusible au chalumeau, au feu d'oxydation; il fond difficilement au feu de réduction en se transformant en fer magnétique de couleur noire, il est difficilement attaqué par les acides; l'acide azotique ne l'attaque que très-faiblement, l'acide chlorhydrique à chaud le dissout plus facilement; il est composé de :

Fer.	69,34	2
Oxygène.	30,66	3
	<hr/>	
	100,00	

Formule : $Fe^3 = Fe^2O^3$.

B. Hydratés.

10^e Espèce : *Gœthite. Pyrrhosidérite. Rubinglimmer. Peroxyde de fer monohydraté.*

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — La gœthite est un hydrate de sesquioxyde de fer, son éclat est assez vif, presque adamantin; en lames minces, elle est transparente et d'un rouge hyacinthe; en masses un peu épaisses, elle est opaque et d'un brun noirâtre et d'un jaune brunâtre ou jaune d'ocre dans la râclure; *poussière d'un brun rougeâtre*; elle rougit par la calcination en se déshydratant; sa densité varie de 4 à 4,4, sa dureté = 5,5; elle est attaqué par l'acide chlorhydrique, elle est fusible au chalumeau, elle y noircit et devient magnétique à la flamme de réduction; elle est composée de :

Oxyde ferrique	90
Eau	10
	<hr/> 100



CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La goëthite cristallise dans le système ortho-rhombique, sa forme primitive est un prisme ortho-rhombique de 95° dont la hauteur est au côté de la base dans le rapport 9/10 : ordinairement les cristaux sont des prismes pyramidés. En général, ces cristaux affectent la forme de longues aiguilles, soit sur l'hématite brune, soit sur le quartz, ils sont souvent striés et formés de l'accolement d'un grand nombre de cristaux simples.

Cette espèce minérale se trouve aussi en écailles très-minces, transparentes, orangées ou rosées avec un reflet nacré.

La goëthite se trouve quelquefois dans les filons ferrugineux ou dans les gîtes de limonite.

11^e Espèce : Limonite. Hématite brune. Fer oxydé brun. Peroxyde de fer pluri-hydraté.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — La limonite n'est jamais cristallisée, elle se présente en masses concrétionnées, compactes, amorphes et terreuses ou sous forme de grains isolés ou agglutinés, de grosseur variable, sa couleur est brune, noire, jaunâtre, grise, etc. ; mais, *sa poussière est d'un jaune de rouille ou rubigineuse* ; la limonite n'a ni l'éclat métallique ni l'éclat métalloïde, son aspect est terreux, quelquefois vitreux ou résineux ; sa densité varie de 3,25 à 4, sa dureté est aussi très-variable, de 4 à 5 et jusqu'à 5,5.

Au chalumeau, elle dégage son eau, devient

rouge et produit une scorie souvent attirable à l'aimant, elle se dissout dans l'acide chlorhydrique, sa formule = $2F^5 + 3Aq = 2Fe^2O^3, 3HO$; elle est composée de :

Oxyde ferrique	85,30
Eau	14,70
	<hr/>
	100,00

L'hématite brune, concrétionnée, affecte la forme de stalactites, tantôt gros, tantôt petits, ou bien forme des enduits concrétionnés souvent très-considérables, tels sont la plupart des minerais des Pyrénées; la surface en est lisse, et souvent comme vernie, recouverte d'une sorte d'enduit noir qui est, en général, de l'oxyde de manganèse.

Les œtites (pierre d'aigle) sont des limonites géodiques en masses sphéroïdales, impures et mêlées de sable, formées de couches concentriques; tantôt le centre est vide, tantôt il contient un noyau mobile de la substance de l'œtite.

L'hématite brune se rencontre aussi en grains, en globules sphéroïdaux soudés par un ciment formé, en général, d'une argile ferrugineuse plus pauvre ou d'un calcaire ferrifère (mineral pisolitique et oolithique).

La limonite des marais est d'un brun plus ou moins foncé, amorphe, à cassure compacte, unie, souvent presque conchoïdale, à éclat presque résineux. Elle est très-impure et contient, outre des matières terreuses, des acides sulfurique, phosphorique et des matières organiques.

Ces minerais limoneux, dans les lieux où on les exploite, se reforment d'une manière continue; au bout d'une cinquantaine d'années, les gîtes épuisés peuvent être encore exploités.

II. MINÉRAIS DE FER SALINS.

A. Carbonates.

12^e Espèce : *Sidérose* (Beud.). *Sidérite* (Haid.). *Fer spathique*. *Fer carbonaté*. *Sphérosidérite*.

Variétés : *Junckérite* = FeC^2 . *Oligonspath* = $2\text{MnC}^2 + 3\text{FeC}^2$.
Mésitine = $\text{FeC}^2 + \text{MgC}^2$.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La sidérose est une substance d'une couleur gris jaunâtre, jaune chamois, passant au brun rougeâtre et au brun noirâtre, *sa poussière est grise*.

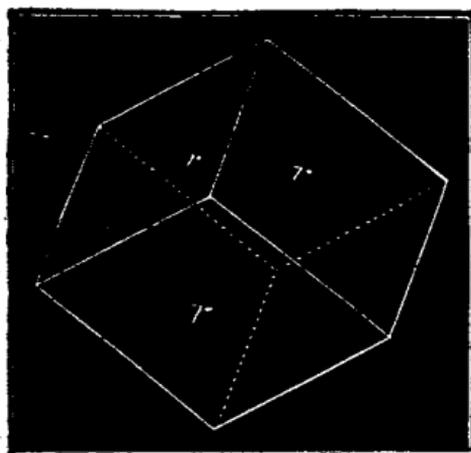
Ces nuances brunâtres sont dues à une altération de la substance, qui tend à se transformer en oxyde ferrique, surtout en présence d'une certaine proportion de manganèse. La sidérose a une densité de 3,9, sa dureté = 4; ses cristaux sont rarement transparents, mais fortement translucides; sa cassure est lamelleuse, rarement conchoïdale, avec un éclat analogue à celui de la dolomie.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système hexagonal (sous-système rhomboédrique), sa forme primitive est un rhomboèdre obtus de 107° (fig. 195); les formes dominantes sont des rhomboèdres obtus, équiaxes, des prismes hexagonaux, etc., avec trois clivages faciles parallèlement aux faces du rhomboèdre primitif.

La sidérose se présente, en général, en rhomboèdres primitifs, à faces le plus souvent courbes, elle se trouve aussi fréquemment en cristaux lenticulaires très-déformés, souvent crêtés (variété dite en crête de coq). Elle se rencontre aussi en masses lamelleuses ou grenues, en couches et quelquefois à

l'état fibreux, tapissant certaines cavités dans les basaltes (variété sphérosidérite).

Fig. 195.



CARACTÈRES CHIMIQUES. — La sidérose est soluble lentement à froid dans les acides, en donnant lieu à une faible effervescence, qui est très-vive à chaud.

Chauffée dans le matras ou dans un tube, elle ne donne point d'eau ; à une forte chaleur, elle noircit et donne de l'oxydule de fer très-attirable à l'aimant ; chauffée au chalumeau, à la flamme oxydante, elle rougit en donnant de l'oxyde ferrique.

La sidérose est composée de :

Oxyde ferreux	62,66	1
Acide carbonique.	37,34	2
	<u>100,00</u>	

Formule : $\text{FeC}^2 = \text{FeO}, \text{CO}^2$.

La sidérose affecte diverses formes, que nous avons déjà signalées, elle emprunte certains éléments à d'autres minéraux, ce qui permet d'établir plusieurs variétés de forme et de composition, savoir :

1° Sidérose cristallisée ; 2° sidérose lamelleuse ; 3° sidérose lenticulaire, en rhomboèdres arrondis,

isolés ou groupés entr'eux; 4° sidérose sphéroïdale ou sphérosidérîte en rognons, à cassure fibreuse ou radiée; 5° sidérose oolithique, plus ou moins altérée en peroxyde de fer hydraté et en grains; 6° sidérose manganésifère: 7° sidérose calcarifère ou dolomitique.

GISEMENTS. — La sidérose cristallisée ou lamelleuse est un minerai qui se présente rarement en masses considérables; les gîtes les plus remarquables sont ceux des Alpes (Alleverd, Traverselle), des Pyrénées (Canigou), de Stahlberg en Westphalie et ceux de la Styrie.

La sidérose lithoïde se trouve dans le terrain houiller.

B. Silicates.

La silice a une grande affinité pour les oxydes de fer: elle forme avec eux, soit naturellement, soit artificiellement, un grand nombre de combinaisons et donne naissance ainsi à plusieurs espèces minérales bien définies et cristallisées, dont nous connaissons déjà les plus répandues, telles que le pyroxène, l'amphibole, les grenats, les chlorites, etc.

Dans ce chapitre, consacré au fer, nous ne ferons connaître que les silicates simples à base d'oxyde de fer, comme la cronstedtite, l'hisingerite, la chamoisite, etc. Cette dernière espèce est employée comme minerai de fer.

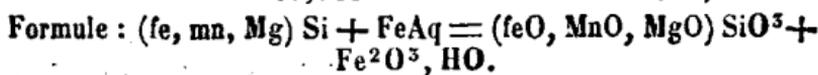
13° Espèce : Cronstedtite (Steinmann). Chloromé-lane.

Variétés : Sidéroschisolite. Gelberde.

CARACTÈRES. — La cronstedtite est une substance

noire, d'un brun foncé ou d'un vert noirâtre très-luisant, à *poussière verte*, opaque ; sa densité = 3,4 ; sa dureté = 2,5 ; cristallise dans le système hexagonal, en prismes réguliers à six faces ou en pyramides droites triangulaires ; elle se dissout en gelée dans l'acide chlorhydrique ; au chalumeau se scorifie légèrement sur les bords sans se fondre, donne de l'eau par calcination dans le matras ; elle est composée de :

		Oxygène.	
Silice	22,452	22,45	11,66
Oxyde de fer . . .	58,833	} Oxyde ferreux . . . 33,35	7,59
Oxyde manganoux	2,885	2,88	0,63
Magnésie	5,078	5,07	1,96
Eau	10,700	10,70	9,51
	99,948	101,56	



La cronstedtite est une espèce rare qui n'a été trouvée que dans deux localités, à Przibramm (Bohême), et à Wheal-Mandlin en Cornouailles.

14^e Espèce : Hisingérite (Beud.). Traulite (Kobell).

Variétés : Stilpnomélane. Chloropale. Herbeckite. Pinguite. Nontro-nite. Glauconite. Anthosidérite.

CHARACTÈRES. — Substance formée d'un silicate ferreux et d'un silicate ferrique hydraté ($\text{feSi}^2 + 3\text{FeSi}^{\bar{7}} + 5\text{Aq}$) ; en nodules noirs, à *poussière d'un brun verdâtre ou brun jaunâtre* ; densité = 3,040 ; donne de l'eau par calcination ; difficilement fusible au chalumeau.

Ces diverses variétés sont généralement jaunâtres ou d'un vert de diverses nuances.

15^e Espèce : *Chamoisite. Berthiérine (Beud.)*.

CARACTÈRES. — La chamoisite est un silico-aluminate d'oxyde ferrique hydraté, elle se trouve en masses d'un brun foncé ou d'un gris verdâtre, ayant une forte teinte bleuâtre; avant d'avoir été exposée au contact de l'air, elle a une nuance verte assez prononcée; elle est oolithique.

La chamoisite est attirable à l'aimant, parce que le centre de chaque grain est formée d'une parcelle de magnétite; sa densité = 3,4, sa dureté = 3; elle est à demi fusible au chalumeau et donne à la flamme réductrice un globule attirable à l'aimant; elle est soluble dans les acides en laissant un résidu de silice gélatineuse; d'après M. Berthier, elle est composée de :

Silice.	14,30	7,42	2
Alumine.	7,80	3,64	1
Oxyde ferreux	60,60	13,70	4
Eau	17,40	13,50	4
	<u>100,10</u>		

Formule : $2 \text{ Fe Si} + \text{Fe}^2 \text{ Al} + 4 \text{ Aq}$.

En admettant que l'oxyde de fer se trouve dans la chamoisite à l'état d'oxyde ferrique, la formule chimique de ce minéral serait : $\text{Al}^2\text{O}^3, \text{SiO}^3 + \text{F}^2\text{O}^3, \text{SiO}^3 + 4\text{HO}$.

GISEMENTS. — La chamoisite est exploitée dans la vallée de Chamoison (Valais), près d'Ardon, dans la craie inférieure (grès vert), où elle forme un minerai d'un gris verdâtre.

A Sainte-Brigitte dans le Morbihan, et au Pas-de-Moncontour, près de St-Quentin, elle forme, dans le terrain primaire, une couche de minerai de deux mètres de puissance, exploitée pour les forges du Pas.

Dans la vallée de la Moselle, à Hayange, près de Thionville, la chamoisite forme un minerai bleu verdâtre, associé au minerai oolitique. On y exploite une couche horizontale, qui a 3 à 4 mètres de puissance et qui fournit trois sortes de minerais, savoir : 1° minerai brun, qui est un peroxyde de fer hydraté en grains ; 2° minerai bleu, contenant de la chamoisite, du calcaire et de la sidérose (chamoisite = 48,50, sidérose 40,30, calcaire 11) ; 3° minerai gris, mélange du minerai brun et du minerai bleu.

Appendice aux silicates.

16° Espèce : Yénite (Lelièvre). Ivaïte (Steffens). Liévrîte. Fer calcaréo siliceux (H.).

CARACTÈRES. — L'yénite a pour substance un silicate ferreux-calcique et un silicate ferrique (fe, Ca, mn) $\text{Si} + \text{Fe}^2\text{Si}$; elle est d'un brun noirâtre, à poussière noire, à cassure résineuse, sa densité varie de 3,8 à 4 ; sa dureté = 5,5 à 6 ; elle cristallise dans le système ortho-rhombique ; au chalumeau elle fond aisément en un verre noir magnétique ; elle devient magnétique chauffée à la flamme d'une bougie ; elle est soluble dans l'acide chlorhydrique.

L'yénite se trouve à l'île d'Elbe (Rio-la-Marina, cap Calamita, etc.), en Toscane, en Norwége.

17° Espèce : Achmite.

CARACTÈRES. — Substance formée d'un silicate sodique et d'un silicate ferrique = $\text{NaSi}^3 + 3\text{FeSi}^2$, brun noirâtre ou vert noirâtre, d'un éclat résineux, translucide sur les bords, cassure conchoïdale et inégale ; densité = 3,2 à 3,3 ; dureté = 5,5 ; cristallise dans le système clino-rhombique ; fond aisément.

ment au chalumeau en un émail noir ; elle est inattaquable par les acides (Norwége).

C. Phosphates.

La nature nous présente plusieurs phosphates de fer, les uns sont blancs, les autres bleus ou verts, d'autres enfin sont bruns. Les phosphates bruns contiennent le fer au maximum d'oxydation, tandis que les autres le renferment, en grande partie, à l'état d'oxyde ferreux.

Les plus importants des phosphates de fer sont : la vivianite et la dufrénite.

18^e Espèce : *Vivianite* (W.). *Fer phosphaté bleu.*

CARACTÈRES. — La substance de la vivianite est un phosphate qui correspond à la formule $= 3\text{FeO}, \text{Ph}^3\text{O}, 8\text{HO}$; elle se présente à l'état cristallin ou à l'état terreux.

La vivianite cristallisée est d'un bleu plus ou moins foncé, d'un éclat vif sur les faces naturelles et sur la cassure ; cristaux dérivant du système clinorhombique, hyalins ; densité = 2,66 ; dureté = 2 ; fusible facilement au chalumeau en un globule magnétique ; attaquable par les acides.

La vivianite terreuse se présente en rognons, en amas dans des argiles, dans la tourbe ou dans certains minerais de fer, peu colorés dans l'intérieur de la terre, mais se colorant plus vivement à l'air ; attaquée très-facilement par les acides.

La vivianite se trouve en Cornouailles, à Bodennais (Bavière), dans le département de l'Allier, dans la Haute-Vienne, à Anglar, etc.

Les variétés terreuses s'emploient dans la peinture à l'huile ou en détrempe.

19^e *Espèce : Dufrenite (Brong.). Fer phosphaté vert.*

CARACTÈRES. — La dufrenite ($4\text{FeO}, \text{PhO}^5, 5\text{HO}$) est une substance d'un vert olive très-foncé, d'un vert plus ou moins noirâtre et même noirâtre, à *poussière d'un gris verdâtre*, en rognons d'une structure fibreuse radiée; densité = 3,4; dureté = 4; très-facilement attaquée par les acides; ses aiguilles sont des prismes ortho-rhombiques. (Environs de Limoges, Anglar, etc.)

La delvauxine est un phosphate de fer et de chaux hydraté, d'un brun de châtaigne, en masses réniformes, d'un éclat résineux; le cakoxène est un phosphate alumino-ferrique hydraté, fibreux et d'un jaune d'ocre.

D. Arséniates.

La composition des arséniates est assez mal connue, on ne sait pas encore exactement à quel état d'oxydation le fer s'y trouve. Les plus importants de ces minéraux sont l'arsénio-sidérite, la pharmacosidérite et la beudantite.

L'arsénio-sidérite se présente en concrétions fibreuses, d'une couleur jaune ou d'un brun jaunâtre, poussière plus foncée que celle de l'ocre jaune; densité = 3,52, très-tendre, s'écrase entre les doigts et tache le papier, soluble à chaud dans les acides et à froid lentement; au chalumeau, fond en émail noir avec odeur arsénicale faible, qui se développe par l'addition d'une certaine quantité de soude; formule: $3\text{Fe}^2\text{As} + \text{CaAs} + 3\text{Aq}$. (Se trouve à Romanèche, Saône-et-Loire.)

La pharmacosidérite est toujours cristallisée, avec des formes du système cubique; ses cristaux sont d'un vert foncé, avec un éclat vif et adamantin, leur

cassure présente un éclat gras. Certaines variétés sont d'un brun jaunâtre, d'un brun noir, d'un rouge hyacinthe; sa densité = 2,90 à 3; sa dureté = 3; elle est pyro-électrique; se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique; au chalumeau et sur le charbon, elle répand une fumée abondante d'arsenic, et se fond au feu de réduction en une scorie grise attirable à l'aimant; formule = $4\text{FeO}, \text{AsO}^5, 6\text{HO}$. (Se trouve à St-Léonard (France), à Schneeberg (Saxe), dans le Cornouailles, le Cumberland, etc.)

La beudantite (Lévy) est une variété de pharmacosidérite en cristaux d'un brun noirâtre, dépendant, d'après M. Lévy, du système rhomboédrique, et selon M. Descloizeaux, du système cubique.

La scorodite est un arséniate de fer cuprifère cristallisant dans le système ortho-rhombique, d'une couleur vert bleuâtre, en cristaux transparents ou fortement translucides, d'un éclat vitreux, densité = 3,16 à 3,18; dureté = 3; soluble dans l'acide chlorhydrique; au chalumeau fond en bouillonnant et se réduit en un globule gris noirâtre; sur le charbon, elle fond en laissant dégager une odeur alliagée et se résout en une scorie noire attirable à l'aimant: formule: $\text{Fe}^2\text{O}^3, 2\text{AsO}^5 + 4\text{HO}$. (Brésil, Cornouailles, Saxe, etc.)

E. Sulfates.

Le sulfate ferreux ou mélantérite se rencontre quelquefois en efflorescences, comme produit accidentel de la décomposition des pyrites: il est blanc quand il n'a pas été exposé à l'air, puis il devient vert, bleuâtre ou brun en s'oxydant; système clino-rhombique, formule = $\text{FeO}, \text{SO}^3, 7\text{HO}$. Les figures ci-jointes 196, 197, 198, 199 sont des formes cristallines du sulfate de fer.

Le sulfate de fer rouge ou botryogène (Haid.) est

d'un brun rouge, ayant l'apparence de la résine, cristallisant dans le système clino-rhombique. $3\text{FeO}, \text{SO}^3 + 3\text{Fe}^2\text{O}^3, 7\text{SO}^3 + 36\text{HO}$.

Fig. 196.

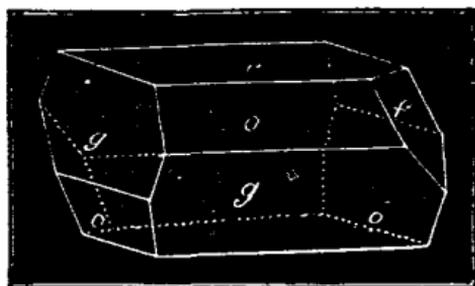


Fig. 197.

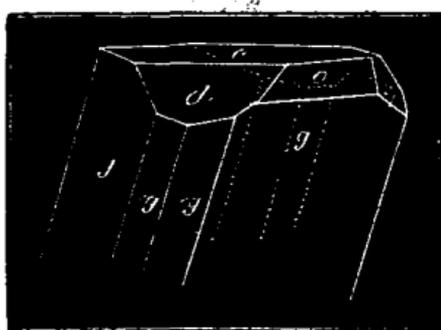
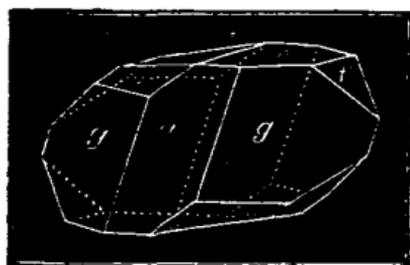


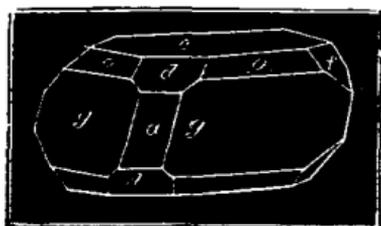
Fig. 198.



Le sulfate ferrique ou coquimbite = $\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3, 9\text{HO}$, blanc, soluble dans l'eau.

Lesulfate ferrique, basique ou copiapite = $2\text{Fe}^2\text{O}^3$,
 5SO^3 , 18HO , jaune.

Fig. 199.



E. Tungstates.

26^e *Espèce* : *Wolfram. Schéelin ferruginé (H.).*
Tungstate de fer et de manganèse.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le wolfram est une substance d'une couleur d'un noir métallique, gris foncé ou noir brunâtre ; d'un éclat faible, à *poussière d'un brun rougeâtre ou d'un violet sombre* ; sa structure est lamelleuse, sa cassure est lamelleuse, inégale et raboteuse en travers du clivage ; sa densité = 7,5, sa dureté = 5,5 ; il est rayé par le feldspath et par l'acier.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le wolfram cristallise dans le système clinorhombique ; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique dans lequel les pans font entre eux un angle de 101° , et s'inclinent sur la base de $91^\circ, 32'$, et dont le rapport du côté de la base à la hauteur = $\frac{25}{16}$.

Un clivage très-facile existe parallèlement aux petites diagonales des bases, et un autre plus imparfait parallèlement aux grandes diagonales.

Les formes simples dérivées sont des prismes modifiés sur les sommets et sur les arêtes latérales ; les

cristaux forment assez fréquemment des macles par hémitropie ; en général, les faces latérales des prismes prédominent et elles sont striées verticalement ou parallèlement à leurs intersections communes.

On peut distinguer trois variétés de wolfram, 1° le wolfram laminaire ou lamellaire ; 2° le wolfram bacillaire passant au fibreux (Hartz) ; 3° le wolfram pseudomorphique, sous la forme de cristaux de schéelite du système quadratique (Cornouailles).

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le wolfram est attaqué par l'acide chlorhydrique bouillant, qui le transforme en grande partie en une poudre d'un beau jaune (acide tungstique). Au chalumeau, sur le charbon, il fond avec difficulté en donnant un globule noir, à surface cristalline et attirable à l'aimant ; sur la lame de platine, il tombe en poussière ; avec la soude, il donne la réaction du manganèse (teinte verte) ; avec le borax, il donne un verre jaune, et avec le sel de phosphore, au feu de réduction, un verre d'un rouge sombre.

Le wolfram est composé de :

	de Limoges.	de Zinnwald.	Rapports.
Acide tungstique .	76,19	75,99	3
Oxyde ferreux . .	19,19	9,62	}
Oxyde manganoux.	4,48	13,96	
Magnésie.	0,80	"	1
Chaux	"	0,48	
	<hr/> 100,66	<hr/> 100,05	

Formule (fe, mn) W³ = (FeO, MnO) WO³.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Ce minéral a été trouvé dans un grand nombre de gisements exploités pour les minerais d'étain, de bismuth, de plomb, etc. Il existe en filons traversant des terrains anciens ou des roches cristallines, principalement la pegma-

tite et le greisen, le gneiss et le quartz. Au Pic-de-Pradelles (Puy-de-Dôme), il est dans le quartz; à l'île Bona, l'une des Hébrides, il se trouve dans le gneiss; au St-Gothard, dans les roches métamorphiques.

Dans la pegmatite (environs de Limoges, Altenberg en Saxe, Zinnwald et Schlagenwald en Bohême), le wolfram accompagne la cassitérite, avec le schéelite, le béryl, la topaze, le fer titané, etc. Le wolfram d'Auvergne contient du columbite (niobate de fer et de manganèse), qui s'en sépare par l'attaque à l'eau régale, qui dissout le wolfram et n'a pas d'action sur le columbite.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le fer et le tungstène forment un alliage qu'on emploie depuis peu de temps.

Le wolfram est employé industriellement à la préparation des fontes dites au wolfram; celles qui contiennent de 2 à 3 p. 0/0 de cette substance, paraissent acquérir une plus grande résistance à la rupture.

Avant de le mêler à la fonte, le wolfram est pulvérisé et grillé pour chasser les traces d'arsenic qu'il pourrait contenir; ensuite il est jeté et mélangé dans la fonte liquide. Le carbone de la fonte réduit l'acide tungstique; le tungstène s'allie avec cette fonte en partie décarburée, qui s'approche ainsi de la nature de l'acier. L'acier au tungstène a aussi quelques propriétés qui ont appelé tout récemment l'attention sur lui.

F. Fer titané ou titanates.

Les composés formés par l'acide titanique avec les oxydes ferreux et ferrique se rapportent à plusieurs espèces, désignées par les minéralogistes sous les

noms de grégorite, d'isérine, de nigrine, de craïtonite, d'ilménite, etc.

Les fers titanés se trouvent principalement dans les terrains anciens, dans les terrains volcaniques et dans les sables qui proviennent de la destruction des roches qui forment ces terrains. Ils se trouvent aussi dans un certain nombre de gisements de minerai de fer, principalement dans les amas de fer oligiste et de magnétite.

Le fer titané, nigrine ou craïtonite est du titanate d'oxyde ferreux, pur ou mélangé de magnésie (FeO , TiO^2), ou un mélange isomorphique d'oxyde ferrique et d'oxyde titanique (Fe^2O^3 , $\text{Ti}\cdot\text{O}^3$); il est noir, d'un éclat métallique, quelquefois rougeâtre, à poussière noire ou rouge brunâtre; densité = 4,6 à 5,2; dureté = 5 à 6; cassure inégale et conchoïde; infusible au chalumeau; avec le sel de phosphore, à la flamme oxydante, il se dissout, à la flamme réductrice, il donne un verre rouge; il est attaquant par l'acide chlorhydrique.

G. Chromites.

Le fer chromé ou chromite (chromite de fer = FeO , CrO^3 ou Fe^2O^3 , Cr^2O^3) se présente sous des aspects divers; tantôt il est en petits cristaux octaédriques doués d'un certain éclat métallique et d'une couleur brune foncée ou noire, tantôt il se présente en masses amorphes grises, brunes, noires, violacées; poussière brune; densité = 4,4; dureté = 5,5; cassure inégale ou imparfaitement conchoïde; inattaquant par les acides; infusible au chalumeau; fondu avec le borax, il forme un verre d'un vert émeraude.

2^o Genre : *Cobalt*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Co} = 29,5$.

Le cobalt colore tous les fondants en un beau bleu caractéristique.

COMPOSÉS COBALTIQUES NATURELS. — Les principaux composés naturels de cobalt sont :

1^o *Koboldine* ou linnéite, cobalt sulfuré = Co_2S^3 ;
 2^o *smaltine* ou cobalt arsénical = CoAs^2 , 3^o *cobaltine* ou cobalt gris, arsénio-sulfure de cobalt = $\text{CoAs}^2 + \text{CoS}^2$;
 4^o *peroxyde* de cobalt = Co_2O^3 ;
 5^o *érythrine* ou cobalt arséniaté = $\text{Co}_3\text{As}^5 + 8\text{Aq}$;
 6^o *rhodalose* ou cobalt sulfaté = $\text{CoS}^3 + 6\text{Aq}$.

Minerais de cobalt.

Les minerais de cobalt et de nickel sont ordinairement réunis dans les mêmes gîtes ; ce sont des arséniures, des sulfo-arséniures et des arséniates (gîtes de Schneeberg dans l'Erzgebirge, de Riechelsdorf en Saxe, d'Allemont en Dauphiné).

Le cobalt ne forme qu'un très-petit nombre d'espèces minérales qui sont peu abondantes ; celles qui sont employées comme minéral de cobalt sont la smaltine et la cobaltine.

GISEMENTS. — Les minéraux cobaltifères forment généralement des filons dans les terrains anciens (primaires) et dans les terrains cristallins ou cristallo-phylliens.

La linnéite a été trouvée dans la mine de Bastnaës, près de Riddarhythan, en Suède ; près de Müsen, dans le pays de Siegen ; dans la mine de la Motta, dans le Missouri. Elle se montre en veines, veinules

ou en mouches dans le cuivre pyriteux, dans la galène, dans la barytine ou dans la sidérose.

La smaltine existe en veines et en veinules dans des filons plus ou moins puissants enclavés dans le gneiss ou le micaschiste (Ste-Marie-aux-Mines, Allemont, Bagnères-de-Luchon). Ces filons contiennent, soit des gangues terreuses, soit des minerais métalliques, du mispickel, des minerais de nickel, du cuivre gris, de l'arsenic natif.

La smaltine est exploitée dans plusieurs mines à Freiberg, Anneberg, Schneeberg en Saxe; à Joachimsthal (Bohême); à Richeldorf (Hesse); à Huelsparnon (Cornouailles); à Tunaberg (Suède).

La cobaltine est le minerai le plus ordinaire; elle se présente en veines, parfois un peu puissantes, dans des filons qui traversent des terrains très-anciens, le gneiss ou le micaschiste, et accompagnée de différents minéraux, dont quelques-uns sont intimement mélangés avec elle; ce sont ordinairement le sulfo-arséniure de nickel, le mispickel, la pyrite, la chalkopyrite, la blende, le cuivre gris, etc. La gangue la plus habituelle est le quartz; dans quelques localités, le calcaire. L'arsénio-sulfure de cobalt et de nickel se trouve dans la galène de Chazelet et Javel (Hautes-Alpes).

On exploite la cobaltine en Suède et en Norwége, à Tunaberg (Suède), à Hakambo et Skutterud (Norwége) sur un amas de chalkopyrite et de smaltine enclavé dans le gneiss.

Le cobalt noir ou peroxyde de cobalt se trouve en général dans les mêmes gisements que la smaltine et la cobaltine, comme à Allemont, à Gayer (Tyrol), à Wittichen (Bade), à Bieber (Hanau), à Saalfeld (Thuringe).

Le rhodolose ou sulfate de cobalt a été trouvé dans plusieurs localités, à Bieber dans les mines des

environs de Siegen, à Herregrund, près de Neusohl (Hongrie), à Leagand, dans le Salzburg.

L'érythrine ou arséniate de cobalt se présente aux affleurements des filons qui renferment de la smaltine et de la cobaltine ; c'est un produit de l'altération de ces minéraux ; on la trouve à Riechelsdorf, à Allemont, à Schneeberg, à Anneberg.

Les minerais de cobalt se trouvent au Chili, depuis les mines du Volcan de la province de Santiago, jusqu'au nord du désert d'Atacama. La mine de Buitre ou Minillas exporte des quantités considérables de cobalt gris. Aux environs de Pabellon, dans la vallée de Copiapo, on a trouvé du cobalt arséniaté. En 1865, le Chili a exporté, en Angleterre, 37,143 kilogrammes de minerai de cobalt.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les minerais de cobalt sont très recherchés pour la fabrication des couleurs pour la céramique.

Le principal emploi du cobalt est la préparation du smalt, verre bleu que l'on obtient en fondant ensemble du minerai de cobalt grillé, du sable quartzeux et de la potasse ; l'azur est du smalt réduit à l'état de poudre impalpable.

Le speiss est un arsénio-sulfure de nickel et de fer, qui se réunit en culot au fond des creusets de fusion, et qui renferme 50 p. 0/0 de nickel ; on l'emploie actuellement pour la préparation du nickel.

Le verre bleu obtenu ou smalt est d'abord pulvérisé sous des bocards à sec, puis broyé à l'eau entre des meules horizontales de granite. On classe ensuite l'azur obtenu, d'après son degré de ténuité, en : gros bleu, couleur obtenue après une heure de repos ; eschel, dépôt très-fin mélangé de parties quartzeuses venant des meules ; boues, dépôt très-impur, qui se forme dans de grands réservoirs où l'eau sé-

journe jusqu'à ce qu'elle soit complètement clarifiée.

L'oxyde de cobalt employé pour la peinture sur porcelaine a une couleur brun sale, mais il prend lors de la cuisson de la pâte céramique, une très-belle couleur bleue.

La production du smalt est annuellement de 13,500 à 16,000 quintaux métriques, ainsi répartis :

Suède et Norwége.	2,000 à	2,500	quintaux métriques.
Saxe.	5,000 à	6,000	•
Prusse.	3,000 à	3,500	•
Hesse	3,500 à	4,000	•
	<hr/>		
	13,500 à	16,000	quintaux métriques.

1^{re} *Espèce* : *Linnéite (Haid.)*. *Koboldine (B.)*. *Cobalt sulfuré*.

CARACTÈRES. — Substance d'un gris d'acier ou d'un blanc d'argent, nuancée de rouge ou de jaunâtre ; cristallisant dans le système cubique, ordinairement en octaèdres ; densité = 4,9 ; dureté = 5,5 ; répandant des vapeurs sulfureuses au chalumeau, fusible à la flamme de réduction, en un globe gris qui, fondu avec le borax, le colore en bleu : formule Co_2S_3 , ou Co_3S_4 .

2^e *Espèce* : *Smaltine (B.)*. *Cobalt arsénical (H.)*. *Bi-arséniure de cobalt*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La smaltine est une substance d'une couleur gris-blanc ou blanc d'étain, avec un éclat métallique peu vif et un peu gras dans les cassures fraîches, mais se ternissant et noircissant à l'air ; sa cassure est inégale et grenue ; sa densité = 6,46 à 7,20 ; dureté = 5,5.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système régulier ; les formes dominantes sont

le cube, le cubo-octaèdre, le cubo-dodécaèdre sans clivages apparents. Elle se trouve en cristaux, en concrétions, en masses filiformes, etc.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La smaltine est inattaquable par les acides chlorhydrique et sulfurique; elle est soluble dans l'eau régale et dans l'acide azotique qu'elle colore en rose; elle est fusible au chalumeau en dégageant des vapeurs arsénicales; fondue avec le borax, elle donne un verre bleu foncé; elle est composée de :

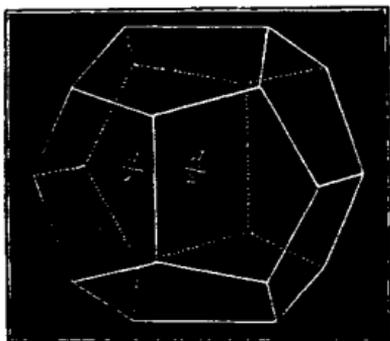
		Rapports.
Arsenic	71,83	2
Cobalt.	28,17	1
	<u>100,00</u>	

Formule : CoAs_2 .

3^e Espèce : *Cobaltine* (Beud.). *Cobalt gris* (H.)
Sulfo-arséniure de cobalt.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La cobaltine a une couleur gris-blanc ou gris d'acier, très-légèrement

Fig. 200.



rougeâtre, un éclat métallique vif, mais qui se ternit promptement à l'air; sa densité = 6,30 à 6,45; sa dureté = 5,5, fait feu au briquet.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système cubique ; les formes dominantes sont le cube, l'octaèdre régulier, le dodécaèdre pentagonal (fig. 200), l'icosaèdre, avec des indices de clivage parallèlement aux faces du cube. On trouve cette espèce en beaux cristaux, en masses cristallines et en masses amorphes et compactes.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Les acides non oxydants n'attaquent pas la cobaltine d'une manière notable ; l'acide azotique et l'eau régale la dissolvent en donnant une solution rose ; elle est fusible au chalumeau avec dégagement de vapeurs arsénicales et fond en un globule gris, peu magnétique ; dans le tube ouvert, elle donne à la fois l'odeur sulfureuse et l'odeur arsénicale ; elle est composée de :

		Rapports.
Cobalt	35,46	1
Arsenic. . . .	43,23	1
Soufre	19,31	1
	100,00	

Formule : $\text{CoAs}^2 + \text{CoS}^2$.

4^e Espèce : Peroxyde de cobalt. Cobalt oxydé noir.

CARACTÈRES. — Substance terreuse, noire, accompagnée d'oxyde manganique et de smaltine ; prend de l'éclat par le frottement sous un pilon d'agate ; sa densité varie de 2,20 à 2,60 ; soluble dans les acides chlorhydrique et azotique.

5^e Espèce : Erythrine (Beud.) Cobalt arséniaté. Arséniaté de cobalt. Fleur de cobalt.

Variétés : Rhodoïse. Roselite. Lavendulan.

CARACTÈRES. — L'érythrine est une substance de

couleur rose fleurs de pêcher, passant du rose violacé très-vif au rose très-pâle, sa couleur devient plus foncée par la calcination ; sa dureté, un peu supérieure à celle du gypse, est comprise entre 2 et 2,5 ; sa densité = 2,9.

Cette espèce se présente en mouches, en cristaux bien nets ou en petites masses, à texture cristalline ou terreuse ; elle cristallise dans le système clinorhombique ; la forme primitive est le prisme rhomboïdal oblique, dont l'angle des faces latérales est de $55^{\circ}, 15'$ et leur inclinaison sur la base de $101^{\circ}, 13'$: le rapport du côté de la base à la hauteur du prisme = $\frac{2^0}{17}$; les cristaux bien nets sont assez rares, ordinairement on trouve l'érythrine en aiguilles prismatiques radiées.

L'érythrine donne de l'eau par calcination ; sur le charbon, elle fume abondamment en exhalant une odeur arsénicale ; elle fond à un bon feu de réduction et se convertit en cobalt arsénical ; elle est soluble dans les acides azotique et chlorhydrique ; elle est composée de :

		Rapports.
Oxyde de cobalt.	37,55	3
Acide arsénique.	38,43	5
Eau	24,02	8
	<hr/> 100,00	

Formule : $\text{Co}^3\text{As}^5 + 8\text{Aq} = 3\text{CoO}, \text{AsO}^5 + 8\text{HO}$.

6^e *Espèce*: *Rhodolose (B.) Biebérite. Cobalt sulfaté. Vitriol rose.*

CARACTÈRES. — Cette substance se présente en masses incohérentes, rosées, le plus souvent à l'état d'enduit, soluble dans l'eau et dans les acides, cristallise dans le système clinorhombique.

3^e Genre : *Nickel*.

Corps simple, indécomposable, ayant pour formule $Ni = 29,5$.

Le nickel colore le borax et le sel de phosphore en brun. Les dissolutions de nickel sont vertes; l'ammoniaque y détermine une coloration bleu-violette ou bleue.

COMPOSÉS NICKELIQUES NATURELS. — Les principaux composés naturels du nickel sont : 1^o *Harkise* ou nickel sulfuré = NiS ; 2^o *saynite* ou nickel sulfuré bismuthifère = $BiS + 4Ni^2S^3$; 3^o *nickeline* ou nickel arsénical = $NiAs$; 4^o *breithauptite* ou nickel antimonial = $NiSb$; 5^o *ullmannite* ou nickel antimonial sulfuré = $NiS^2 + NiSb^2$; 6^o *disomose* ou nickel arsénio-sulfuré = $NiS^2 + NiAs^2$; 7^o *nickelocre* ou nickel arséniaté = $NiAs^3 + 8Aq$; 8^o *néoplase* ou nickel arsénié = $2Ni^2As + 18Aq$; 9^o *pennite* ou nickel hydrocarbonaté = $NiC^2 + 2NiAq^5$; 10^o *pyroméline* ou nickel sulfaté = $NiS^3 + 7Aq$; 11^o *pinolite* ou nickel hydro-silicaté.

Minerais de nickel.

Les minerais de nickel sont la nickeline et la nickelocre; depuis quelque temps on extrait aussi le nickel des pyrites magnétiques nickelifères; leurs gisements les plus importants sont en Espagne, en Piémont et en Ecosse.

Les différents minerais du nickel existent en filons dans les terrains cristallins et dans les terrains primaires (Allemont, Anneberg, Freiberg, etc.); ils sont mélangés fort irrégulièrement avec la cobaltine, en sorte que dans le même filon, deux échantillons pris à peu de distance l'un de l'autre, contiennent des proportions variables de nickel et de cobalt.

GISÉMENTS. CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — L'harkise, en aiguilles très-fines ou en très-petits cristaux, a été trouvée à Joachimsthal, à Johanngeorgenstadt, à Przibram, à Andreasberg, etc. ; les pyrites magnétiques nickelifères forment des amas considérables dans les micaschistes (en Piémont) ou dans les roches porphyriques d'Inverory, en Ecosse ; elles contiennent des proportions variables de sulfure de nickel ou d'un sulfure double de nickel et de fer de la formule $NiS + FeS$; elles ne contiennent pas ordinairement d'arsenic ; les pyrites d'Ecosse et du Piémont ne contiennent que des traces de cobalt, tandis que celles d'Espagne renferment une proportion notable de linnéite.

La nickeline est exploitée dans un grand nombre de localités, à Schneeberg, Anneberg, Marienberg, Gersdorf (Saxe), à Leadhills (Ecosse), etc.

Le nickel antimonial a été trouvé seulement à Andreasberg (Hartz), disséminé en petits grains ou en lamelles dans la galène argentifère, dans le cobalt arsénical et même dans la gangue des filons.

La disomose forme des veinules ou même des veines un peu puissantes dans des filons qui traversent les micaschistes ou d'autres roches anciennes, à Loos (Suède), à la mine Albertine, près de Herzgerode (Hartz), à Kamsdorf (Thuringe), etc. ; l'antimonio-sulfure de nickel ou antimonickel se trouve dans les mêmes conditions de gisement ; on l'a signalé à Wolfsberg (Hartz), à Freusburg (Prusse).

Le nickelocre se trouve à la partie supérieure des filons qui contiennent de la nickeline ; il provient de l'altération de cette espèce.

L'hydrocarbonate de nickel paraît être aussi un produit de l'altération du sulfure du nickel par les agents atmosphériques ; il se trouve à la surface des pyrites magnétiques nickelifères.

L'Autriche, la Suisse, le Chili, la Prusse, la Suède et la Norwége, etc., ont envoyé à l'Exposition de Paris de 1867 des minerais de nickel et cobalt.

USAGES. — Les minerais de nickel sont recherchés pour en extraire le nickel métallique. Ce métal forme des alliages avec un grand nombre de métaux (maillechort, monnaies de billon belges, etc.); il a beaucoup d'affinité pour le cuivre, l'antimoine, le fer, le zinc, etc. Les alliages employés dans les arts sont ceux qui sont formés de nickel, de zinc et de cuivre.

L'alliage ordinaire est formé de 35 parties zinc, 57,5 cuivre, 7,5 nickel; le maillechort contient 18,6 zinc, 60 cuivre, 21,4 nickel; le pakfong du commerce, de 21 zinc, 50,6 cuivre, 28,4 nickel; l'électrum, de cuivre 8 parties, nickel 4, zinc $3\frac{1}{2}$.

1^{re} *Espèce* : *Harkise* (Beud.). *Millérite* (Haack., Haid.). *Nickel sulfuré*. *Nickel natif* (H.). *Pyrite capillaire*.

CARACTÈRES. — Substance d'un éclat métalloïde, d'un jaune de bronze, en aiguilles très-fines ou en filaments capillaires (pyrite capillaire), système hexagonal, cristaux rhomboédriques; densité = 5,25 à 5,65; dureté = 3,5; soluble dans l'acide azotique; au chalumeau, sur le charbon fond en un globule noir magnétique; composée de nickel 64,76; soufre 35,24.

L'arséniure de nickel ou nickeline de Beudant forme deux espèces minéralogiques distinctes.

2^e *Espèce* : *Nickeline* (Beud.). *Nickel arsénical* (H.). *Kupfernickel* (W.). *Arséniure de nickel rouge*.

CARACTÈRES. — La nickeline rouge est d'une cou-

leur rouge de cuivre ou d'un jaune de bronze un peu rougeâtre, passant à l'air humide, promptement au gris, et ensuite au noir; sa poussière a une couleur noire brunâtre; son aspect a l'éclat métallique; système rhomboédrique ou hexagonal; elle est cassante, fragile et facilement réduite en poudre; sa cassure est inégale, métallique; sa densité varie de 7,33 à 7,67; sa dureté = 5,5, étincelle au briquet en répandant une odeur alliagée; elle est soluble dans l'acide azotique qu'elle colore en vert; au chalumeau, sur le charbon, elle fond en un globule métallique blanc, cassant et peu magnétique en répandant des fumées arsénicales. Elle est formée de :

Nickel.	40
Arsenic	56

avec quelques centièmes de soufre et de fer ou de cobalt; formule = NiAs.

L'arséniure de nickel blanc ou nickeline blanche dont la couleur varie du blanc d'étain au gris clair, avec éclat métallique, forme deux variétés, qui ont été élevées au rang d'espèces, savoir : 1° la rammeisbergite (Dana), bi-arséniure de nickel NiAs², légèrement ductile, d'un blanc d'étain, qui tend vers le rougeâtre dans la cassure fraîche; densité = 7,19; dureté = 5,5; rarement cristallisée (système orthorhombique), le plus souvent à l'état amorphe; 2° la cloanthite (Breith.), bi-arséniure de nickel cristallisant dans le système cubique, en octaèdres réguliers et en cubes, couleur d'un blanc d'étain passant au gris noirâtre, aspect métallique; densité = 5,6; dureté = 5,5.

3° *Espèce : Breithauptite. Nickel antimonial. Antimoniure de nickel.*

CARACTÈRES. — Substance d'une couleur rouge de

cuivre légèrement violacée, à poussière brun rougeâtre; densité = 7,54; dureté = 50; système hexagonal, forme fondamentale di-rhomboèdre; au chalumeau, sur le charbon, donne des vapeurs antimoniales et se réduit difficilement en un bouton métallique.

4^e Espèce : *Ullmannite (Fröbel). Antimonickel (B.) Nickel antimonie sulfuré (Duf.)*

CARACTÈRES. — Substance d'un gris d'acier tirant sur le blanc d'étain, passant au gris noirâtre, aspect métallique; cassante; densité = 6,4; dureté = 5,5; système cubique; dans le tube du verre, elle donne des vapeurs abondantes d'antimoine et d'acide sulfureux avec ou sans odeur d'ail; fond sur le charbon en un globule magnétique; attaquable par l'acide azotique; elle est composée de :

Nickel	26,84
Soufre	14,61
Antimoine.	58,55
	<hr/>
	100,00

Formule : $\text{NiS}^2 + \text{NiSb}^2$.

Elle contient presque toujours une certaine proportion d'arsenic qui provient d'un mélange avec l'espèce suivante.

5^e Espèce : *Disomose (B.). Nickel éclatant. Nickel blanc. Nickel arsénio-sulfuré (Duf.)*

CARACTÈRES. — Substance d'un aspect métallique, couleur d'un gris d'acier clair tirant sur le blanc d'étain ou le blanc d'argent, et passant à l'air au gris noirâtre; sa texture est tantôt compacte, tantôt cristalline, cristallise dans le système cubique; cas-

sante, fragile, facile à réduire en poudre; densité variable de 5,60 à 6,90; dureté = 5,5; donne une forte odeur d'ail par la calcination et laisse sublimer du sulfure jaune d'arsenic dans le tube fermé; soluble dans l'acide azotique; elle est composée de :

Nickel	35,54
Arsenic.	45,16
Soufre	16,33
	<hr/>
	97,00

Formule : $\text{NiS}^2 + \text{NiAs}^2$.

Arséniates de nickel. — On a signalé dans quelques localités (Rischelsdorf, Schneeberg, etc.), à la partie supérieure des filons qui contiennent du nickel arsénical, des efflorescences cristallines, dont la couleur varie du vert d'herbe au blanc verdâtre. Ces efflorescences sont des arséniates de nickel correspondant aux formules :

$3\text{NiO}, \text{AsO}^3, 9\text{HO}$ et $\text{NiO}, \text{AsO}^3, 8\text{HO}$.

6° *Espèce* : *Nickelocre* (Beud.). *Annabergite* (Haid). *Nickel arséniaté*. *Fleur de nickel*.

CARACTÈRES. — Substance en enduits ou efflorescences, amorphes ou cristallines, système hexagonal, couleur vert pomme, vert d'herbe, blanc verdâtre; tendre, fusible sur le charbon avec dégagement de vapeurs arsénicales; attaquant par l'acide azotique en donnant une solution verte; composée de :

Oxyde de nickel	37,73
Acide arsénique	38,30
Eau.	23,91
	<hr/>
	99,94

Formule : $\text{NiAs}^5 + 8\text{Aq} = \text{NiO}, \text{AsO}^5, 8\text{HO}$.

7° *Espèce : Pennite. Nickel hydro-carbonaté.*
Carbonate de nickel.

CARACTÈRES. — Substance d'un vert émeraude, éclat un peu vitreux, densité = 3 à 3,25, tendre et très-facilement attaquable par les acides.

4° *Genre : Manganèse.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Mn = 27,5$.

Le manganèse colore le borax et le sel de phosphore en violet améthyste au feu d'oxydation; la teinte s'affaiblit ou disparaît au feu de réduction.

Chauffé avec la potasse, la soude ou le nitre, le manganèse donne une teinte verte de caméléon caractéristique ou bleu verdâtre, qui devient rose violacé dans l'eau.

COMPOSÉS NATURELS MANGANÉSIFÈRES. — Le manganèse est très-répandu dans la nature à l'état d'oxyde; les combinaisons avec le soufre et l'arsenic sont beaucoup moins nombreuses; voici, du reste, les principaux composés naturels manganésifères :

1° *Alabandine* (B.) ou manganèse sulfuré = MnS ; 2° *hauérite* (Haid) ou bi-sulfure de manganèse = MnS^2 ; 3° *kanéite* (Haid) ou manganèse arsénical = $MnAs$; 4° *manganite*, acerdèse ou manganèse oxydé hydraté (sesquioxyde hydraté) = $Mn^3 + Aq$; 5° *groröilite* (Berth.) ou manganèse peroxydé hydraté = $Mn^2 + Aq$; 6° *pyrolusite* ou manganèse peroxydé = Mn^2 ; 7° *braunite* (Haid) ou sesquioxyde de manganèse anhydre = $\frac{Mn^3}{3}$; 8° *hausmannite* (Haid) ou oxyde rouge anhydre de manganèse = $Mn^3 + Mn$; 9° *psilomélane* (Haid) ou manganèse oxydé bariti-

fère = $BaMn^4 + 2Aq$ ou $4Mn^5 + Mn + Ba2Aq = 4Mn^2O^5 + MnO + BaO, 2HO$ ou $MnO^2 + 2MnO^2, BaO, 2HO$; 10° *diallogite* (Beud.) ou manganèse carbonaté = MnC^2 ; 11° *rhodonite* (B.) ou manganèse silicaté rose = $MnSi^2$; 12° *huréaulite* (Alluaud) ou phosphate hydraté de protoxyde de manganèse et de protoxyde de fer = $5(mn, fe), 2Ph^5 + 2Aq$; 13° *hétérozite* (Alluaud) = $3(mn, fe) 2Ph^5 + Aq$; 14° *triphylite* (Fuchs), phosphate de lithine manganéux et ferreux = $4(mn, fe) 3Ph^5 + LiPh^5$; 15° *triplite* = $4(mn, fe) Ph^5$.

Les oxydes de manganèse se trouvent en proportions très-variables dans un grand nombre de minéraux, tels que la brucite (oxyde rouge de zinc), la francklinite, le wolfram, les fers titanés, les tantalates, quelques minerais de fer, etc.

Minerais de manganèse.

Le manganèse existe en très-grande abondance dans la nature à l'état d'oxydes : ce sont ces oxydes qui sont exploités comme minerais et désignés dans le commerce sous le nom de manganèses.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. GISEMENTS. — Ils se présentent dans un grand nombre de localités en masses cristallines ou amorphes, en amas considérables ou en filons dans les terrains anciens, ou en gites de contact entre ces terrains et les dépôts sédimentaires plus récents.

Dans ces amas ou filons, les divers oxydes sont fréquemment mélangés en proportions variables entre eux : les autres espèces minérales qui contiennent du manganèse ne sont pas utilisées dans l'industrie.

Le sulfure de manganèse a été signalé seulement

en veinules, dans des filons quartzeux, dans les mines de Nagyag (Transylvanie) et dans celles du Mexique; la kanéite est encore plus rare, on ne l'a trouvée que dans une mine de Saxe; la diallogite forme des veinules dans des filons de cuivre, d'argent, de plomb, et dans les dépôts d'oxydes de manganèse (dans les Pyrénées, au Hartz, à Freiberg, à Kapnik).

Les silicates de manganèse se trouvent en veinules dans un certain nombre de filons métallifères ou dans les roches qui renferment des minerais de manganèse.

La hausmannite accompagne ordinairement les autres oxydes de manganèse; on ne la trouve isolée que dans un petit nombre de localités (à Ihlefeld, dans le Hartz; à Ilmenau, en Thuringe, à Framont, dans les Vosges); la braunite est un peu moins rare que l'espèce précédente; elle forme des veines et des veinules qui traversent les roches porphyriques d'Ilmenau, d'Ihlefeld, de St-Marcel en Piémont, de l'île d'Elbe.

La manganite est toujours mélangée avec d'autres minerais manganésifères et accompagne divers minerais de fer; la pyrolusite se présente en masses compactes ou mamelonnées; c'est l'espèce la plus abondante et la plus estimée; on en exploite des amas considérables en Thuringe, en Moravie, en Espagne, etc.

La groroïlite forme rarement des amas importants; elle se trouve le plus souvent en rognons dans des sols sablonneux, ou bien en concrétions mamelonnées dans quelques mines de fer des Pyrénées (Rancié).

La psilomélane est un minerai assez abondant, qui se présente en masses compactes ou concrétionnées, formant des amas puissants en Thuringe, au

Hartz, en Saxe, dans le Cornouaille, dans le Davonshire, à Romanèche (Saône-et-Loire), etc.

La pyrolusite et la psilomélane forment des gîtes de contact à la séparation des terrains anciens ou cristallins, et des terrains secondaires, triasiques ou jurassiques, etc.

Tantôt les exploitations ont lieu dans les roches anciennes, tantôt dans celles qui les recouvrent. Le minerai y forme des amas irréguliers sans direction constante; il y tapisse ou remplit des poches pratiquées dans divers sens; il s'y montre en rognons, en masses botryoïdes, en stalactites, en masses amorphes et compactes. Le manganèse semble avoir pénétré par infiltration dans les roches, soit qu'il ait été introduit par sublimation, soit par action électro-chimique ou par minéralité. Il occupe généralement une bande étroite; ses gangues habituelles sont l'argile, la barytine, le calcaire, la dolomie, le quartz, la fluorine; le minerai est donc postérieur au terrain qui l'encaisse.

A Romanèche (Saône-et-Loire), la psilomélane en masses, en veinules et en rognons irrégulièrement disséminés, forme un gîte de contact placé entre les porphyres du Beaujolais et le terrain jurassique inférieur. Le minerai paraît postérieur au dépôt du calcaire à *gryphœa arcuata*.

A St-Christophe (Cher), le manganèse est dans une position identique à celui de Romanèche ou dans le trias. Celui de St-Martin de Fressengeas, près Thiviers (Dordogne), forme des rognons et des veinules dans les calcaires de l'oolithe inférieure; mais à la mine de l'Age-St-Martin, la psilomélane forme des stalactites dans le gneiss. A Excideuil, le manganèse forme des veinules irrégulières dans le calcaire jurassique moyen.

Les gîtes de manganèse, exploités aux environs

de Carcassonne, sont situés près de Villeneuve-les-Chanoines et Villerembert; le minerai forme un gîte de contact enclavé dans le terrain primaire ou entre ce terrain et le dépôt à nummulites, qui forme le revêtement extérieur des calcaires et schistes paléozoïques de la Montagne-Noire.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Les minerais de manganèse sont employés à plusieurs usages. Depuis longtemps, en Westphalie, on a introduit les oxydes de manganèse dans la fabrication des fontes à acier, lorsque les minerais employés n'en contiennent pas suffisamment. Cette addition s'élève quelquefois jusqu'à 10 pour 100.

L'usage de ces mélanges s'est généralisé, ce qui a ouvert un nouveau débouché aux oxydes de manganèse, qui entrent en proportion assez faible, mais importante, dans la composition de certaines fontes, principalement des fontes blanches lamelleuses, très-propres à la fabrication de l'acier. Le manganèse métallique, en facilitant l'élimination du soufre et du silicium pendant l'affinage, a une grande influence sur la pureté des fers et des aciers que l'on peut retirer des fontes.

Les oxydes de manganèse servent, dans les fabriques des produits chimiques, à la préparation du chlore, au moyen de l'acide chlorhydrique. L'industrie des chlorures et hypochlorites décolorants en fait annuellement une grande consommation pour obtenir le chlore.

Tous les oxydes de manganèse ne sont pas également bons pour obtenir l'oxygène, les seules espèces que l'on puisse utiliser dans les laboratoires de chimie pour l'extraction de l'oxygène sont la pyrolusite, la braunite et la manganite.

Le peroxyde de manganèse (pyrolusite, braunite),

appelé savon des verriers, est employé dans les verreries à la décoloration ou purification du verre. L'oxygène qu'il perd à une haute température sert à brûler le charbon ou à sur-oxyder l'oxyde-ferreux qui se trouve dans la pâte du verre; l'oxyde sur-manganique passe lui-même à l'état d'oxyde manganéux : les deux oxydes ferreux et manganéux se trouvent alors dans l'état le plus convenable pour colorer le moins possible la pâte vitreuse.

La composition et la teneur des manganèses livrés au commerce sont très-variables; les minerais vendus aux fabriques de produits chimiques et aux verriers contiennent rarement plus de 80 à 90 pour 100 d'oxyde pur; le restant, ce sont des gangues terreuses que la préparation mécanique n'enlève pas toujours entièrement.

Le tableau suivant donne la composition des oxydes de manganèse par M. Rivot.

	Ihlefeld.	Ilmenau.	Eglersburg.	Ile d'Elbe.	Ihlefeld.
	Oxyde rouge (hausmannite).		Sesquioxyde (braunite, manganite).		
Oxyde rouge de manganèse. . .	98,10	99,49	93,50	88,40	87,44
Oxygène.	"	"	3,29	3,09	3,06
Baryte.	0,10	0,15	2,26	1,03	"
Peroxyde de fer. . .	"	"	"	4,75	"
Silice	"	"	"	0,75	"
Eau	0,40	"	0,95	2,08	9,50
	<u>98,60</u>	<u>99,64</u>	<u>100,00</u>	<u>100,10</u>	<u>100,00</u>

Bioxyde anhydre et hydraté.

	Ilmenau.	Ihlefeld.	Eglersburg.	Saarbrück.	Vicdessos.	Mayenne
Oxyde rouge de manganèse. . .	84,00	85,62	86,05	82,30	74,00	67,57
Oxygène.	11,60	11,60	11,78	11,50	6,70	8,23
Peroxyde de fer . . .	1,30	"	"	1,00	2,25	6,00
Baryte	1,20	0,66	0,53	"	"	"
Chaux.	0,30	"	"	"	"	"
Silice et argile. . . .	1,10	0,55	0,51	4,00	3,75	3,00
Eau.	0,80	1,75	1,13	1,20	13,30	15,20
	<u>100,30</u>	<u>100,18</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Manganèse barytique.

	Schneeberg.	Herbhausen.	Romanèche.	Heidelberg
Oxyde rouge de man- ganèse	69,80	81,36	70,97	75,26
Oxygène	7,36	9,18	7,26	10,06
Baryte	16,36	traces	16,69	8,08
Chaux	"	0,38	"	0,60
Magnésie	"	"	"	0,21
Alcalis	"	3,36	"	2,62
Peroxyde de fer et alumine.	"	1,43	"	"
Silice.	0,26	0,53	0,95	0,90
Oxydes de cuivre, nickel, cobalt. . .	"	0,96	"	0,84
Eau	6,22	3,32	4,13	1,43
	<u>100,00</u>	<u>100,52</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

L'examen des oxydes de manganèse doit être fait plus ou moins rigoureusement selon le but que l'on se propose d'atteindre. Lorsqu'on cherche seulement à évaluer la valeur commerciale d'un minéral, les opérations analytiques, que l'on doit faire, dépendent de l'usage auquel on le destine. S'il doit servir dans une verrerie, il est important de constater la nature et la proportion des corps qu'il contient. Dans les fabriques de produits chimiques, les minerais de manganèse sont employés principalement pour la préparation du chlore ou pour celle de l'oxygène; il est donc de première importance de déterminer la quantité de chlore ou d'oxygène qui peut être obtenue par un certain poids de minéral, ce qui revient donc à constater l'état d'oxydation du manganèse. Pour déterminer cet état, on a proposé plusieurs procédés (voir notre *Guide de chimie industrielle*); l'un d'eux a pour point de départ l'action exercée par l'acide sulfurique étendu et par l'acide oxalique sur les oxydes de manganèse supérieurs à l'oxyde manganeux (MnO). Dans l'autre, on utilise le dégagement du chlore, qui se produit

par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'oxyde de manganèse, pour transformer l'acide sulfureux en dissolution en acide sulfurique.

On détermine le plus souvent la valeur des minerais de manganèse, au point de vue commercial, par un essai chlorométrique. On prend pour terme de comparaison le sur-oxyde manganique (MnO_2) très-pur : c'est l'unité à laquelle on rapporte le titre des différents minerais. Mais la détermination du titre n'est pas la seule opération utile à faire ; il importe d'évaluer approximativement la proportion d'acide chlorhydrique qu'il faudra employer pour obtenir une quantité déterminée de chlore, par conséquent, il faudra connaître l'état d'oxydation du manganèse.

Les mines de manganèse de France produisent par an environ 24,000 quintaux métriques de peroxyde de manganèse valant 240,000 fr., ce qui porte le prix de ce minéral à 10 fr. le quintal métrique. Actuellement, il y a une importation assez considérable de manganèse d'Allemagne.

1^{re} *Espèce* : *Alabandine* (Beud.) *Manganèse sulfuré* (H). *Monosulfure de manganèse*.

CARACTÈRES. — Substance en masses irrégulières, à structure cristalline, en veines et en enduits, d'un gris d'acier, ou noir brunâtre ; éclat métallique à la cassure fraîche, se ternit au contact de l'air ; à poussière verte ; densité = 3,9 à 4 ; dureté = 3,5 ; contient : manganèse 63,23, soufre 36,77 ; formule MnS ; soluble dans l'acide chlorhydrique ; cristallise dans le système cubique ; se trouve à Kapnick, Nagyag, Alabanda, etc.

2^e *Espèce : Hauérite (Haid.). Bisulfure de manganèse.*

CARACTÈRES. — Substance d'un brun rougeâtre foncé, passant au noir-brun lorsqu'elle est en masse; d'un rouge brunâtre faible, en lames minces et transparentes; poussière d'un rouge brunâtre; éclat demi-métallique ou adamantin; densité = 3,46; dureté = 4; système cubique, contient: manganèse = 46,19, soufre = 53,81; formule MnS^2 ; se trouve à Kalinka, en Hongrie.

3^e *Espèce : Kanéité (Haid.). Manganèse arsénical. Arséniure de manganèse.*

CARACTÈRES. — Substance en petites veinules, composées de couches mamelonnées adhérentes à la galène argentifère, d'une couleur grise, d'un aspect métallique, dure, cassante, densité = 5,55; vapeurs arsénicales au chalumeau et sur le charbon; soluble dans l'eau régale et l'acide azotique; elle contient: manganèse 45,4, arsenic 57,6; formule: $MnAs$.

Oxydes de manganèse.

A. Anhydres.

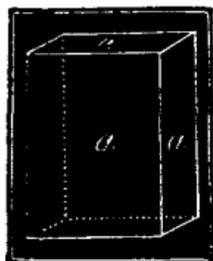
HAUSMANNITE. — BRAUNITE. — PYROLUSITE.

4^e *Espèce : Hausmannite (Haid). Oxyde rouge de manganèse. Manganèse pyramidal.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Substance d'un brun presque noir, opaque, d'un éclat métallique, à poussière d'un *brun marron*, ou *peu violacé*, ou *rouge brunâtre* (brun de châtaigne); sa densité = 4,72 à 4,8; sa dureté = 5,5.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système quadratique, la forme type est un prisme à base carrée (fig. 201), dans lequel le côté de la base est à la hauteur dans le rapport 3/5 ; il

Fig. 201.

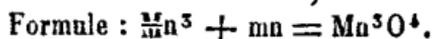


existe un clivage facile, parallèle à la base du prisme et des clivages octaédriques plus difficiles.

Les cristaux simples sont des quadroctaèdres aigus ; ils sont le plus souvent groupés deux à deux ou quatre à quatre. Outre ces cristaux, on rencontre des masses cristallines qui montrent parfois des pointes de cristaux seulement, d'autres fois, que les clivages faciles seuls.

CARACTÈRES CHIMIQUES. La hausmannite est infusible et indécomposable par l'action de la chaleur ; avec les fondants, elle donne les réactions du manganèse ; l'acide chlorhydrique concentré l'attaque aisément avec dégagement de chlore, mais seulement lorsque le minéral a été bien porphyrisé ; en fragments, il est dissout très-lentement. Elle est composée de :

Manganèse.	72,4
Oxygène.	27,6
	<hr/>
	100,0

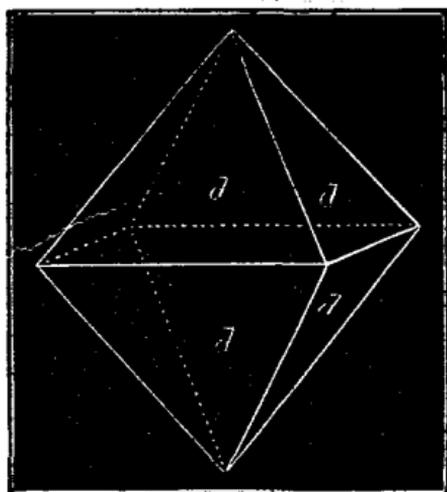


Cette espèce est très-rare.

5^e Espèce : *Braunite* (Haid). *Brachytipe manganèse* (Mohs). *Sesquioxyde anhydre, Oxyde manganique.*

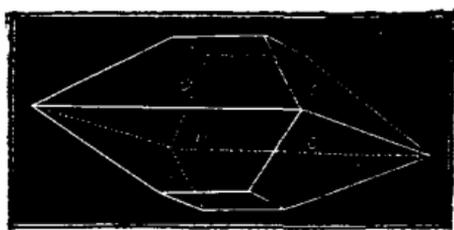
CARACTÈRES PHYSIQUES. — La braunite est une substance d'un brun presque noir, d'un éclat assez

Fig. 202.



vif, métalloïde, souvent assez prononcé, avec une teinte un peu bleuâtre, à *poussière d'un brun foncé sans nuance de rouge*; fragile et dure; dureté = 6,5 ; densité = 4,75 à 4,82.

Fig. 203.



CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système quadratique; la forme primitive

est un prisme à base carrée, dans lequel le côté de la base est à la hauteur dans le rapport 3/2.

Les formes simples dominantes sont des octaèdres moins aigus que ceux de la hausmannite (fig. 202), généralement basés et à faces souvent un peu courbes (fig. 203); ils possèdent un clivage octaédrique prononcé, cependant dans certaines variétés (variété silicifère dite Marceline de St-Marcel, en Piémont), ce clivage n'existe pas ou bien est peu prononcé; elle se rencontre aussi en pyramides à quatre faces isocèles.

On rencontre aussi des cristaux plus complexes portant, outre les faces octaédriques, les modifications intermédiaires d'une pyramide à huit faces.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Au chalumeau la braunite est infusible et ne dégage pas d'eau; avec les fondants (borax et sel de phosphore), elle donne les réactions caractéristiques du manganèse; l'acide chlorhydrique ne l'attaque aisément que si le minéral a été porphyrisé; elle est composée de :

Manganèse	70	2
Oxygène	30	3
	<hr/>	
	100	

Formule : $\frac{2}{3}\text{Mn}^3$ ou $\text{Mn}^2 + \text{Mn} = \text{Mn}^2\text{O}^5$

La braunite dépose souvent par l'action des acides, de la silice gélatineuse; elle se rencontre associée à certains minéraux manganésifères, à l'épidote violette, au sphène greenovite, à la hausmannite, au silicate de manganèse.

6^e Espèce : *Pyrolusite* (Haid). *Polianite* (Breith.).
Peroxyde ou bioxyde de manganèse. Oxyde surmanganique.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La pyrolusite est une

substance d'une couleur noire sans mélange de brun, à *poussière noire*; elle présente l'éclat métallique à la surface des cristaux et des masses mamelonnées; elle est très-fragile, sa cassure est irrégulière et inégale, elle tache les doigts en noir, et se désagrège facilement à l'ongle, se laisse, par conséquent, très-aisément pulvériser; sa densité varie de 4,80 à 4,85; sa dureté est très-variable; dans les variétés non altérées (polianite), elle va de 6,5 à 7; dans les variétés devenues friables, sa dureté est comprise entre celle du gypse et du calcaire (de 2 à 2,5).

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le pyrolusite cristallise dans le système ortho-rhombique; la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $90^{\circ} 52'$ pour la polianite, et de $93^{\circ} 40'$ pour la pyrolusite; des clivages existent parallèlement aux faces latérales du prisme primitif.

Les cristaux bien nets sont rares; ils sont généralement courts, implantés dans la gangue et ne montrent que leurs extrémités. Cette espèce est quelquefois en masses bacillaires, présentant dans la cassure un éclat soyeux, avec une coloration gris de fer; elle se trouve aussi en concrétions, tantôt en masses tuberculeuses, tantôt en stalactites, et alors généralement caverneuse. Elle est formée de couches concentriques, constituées par des fibres accolées, soudées à la surface, qui devient alors lisse et comme vernie.

La pyrolusite se trouve aussi en masses amorphes, volumineuses, disséminées dans des matières terreuses; elle est alors tout à fait noire et sans éclat métallique. On distingue deux variétés: 1° la polianite, d'un gris métallique et très-dure; 2° la pyrolusite d'un noir de fer, tendre et molle.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La pyrolusite est infusible au chalumeau, et ne donne pas d'eau; par l'action de la chaleur, elle se décompose partiellement en se transformant en oxyde manganique d'abord (Mn^2O^3) et définitivement en oxyde salin (Mn^3O^4), en laissant dégager le tiers de son oxygène; avec le borax ou le sel de phosphore, elle fond avec effervescence et donne les réactions du manganèse; elle est facilement attaquable par l'acide chlorhydrique en dégageant du chlore; elle est composée de :

Manganèse	63,6	1
Oxygène	36,4	2
	<hr/>	
	100,0	

Formule : $Mn^2 = MnO^2$.

GISEMENTS. — Romanèche; Saint-Christophe; Saint-Martin et Excideuil (Dordogne); Espagne, Moravie, Thuringe, etc.

La pyrolusite est très-répandue; elle forme dans tous les terrains sédimentaires, tantôt de petites masses, tantôt des dendrites.

B. Hydratés.

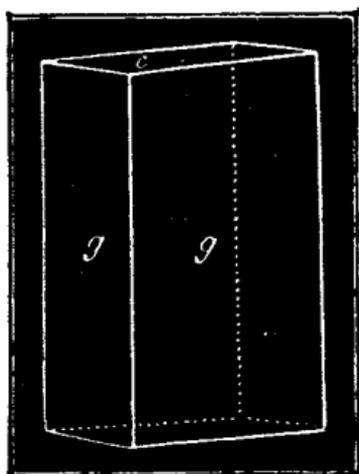
MANGANITE. GOROÏLITE. PSILOMÉLANE.

7^e Espèce : *Manganite. Acerdèse (Beud). Sesquioxide de manganèse hydraté. Oxyde manganique hydraté.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La manganite se présente en masses cristallines et en cristaux prismatiques d'une couleur brun foncé tirant sur le noir de fer, d'un éclat imparfaitement métallique, à *poussière d'un brun rougeâtre ou brun hépatique* plus foncé que l'hématite brune; sa densité varie de 4,20 à 4,40; sa dureté = 4.

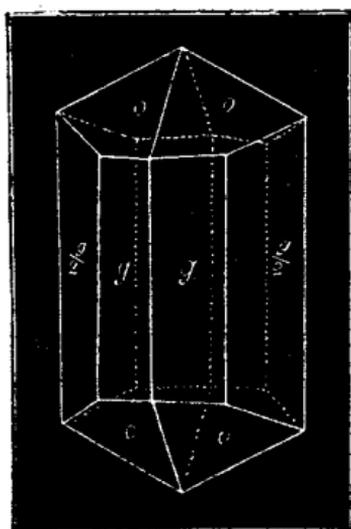
CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système ortho-rhombique ; sa forme primitive

Fig 204.



tive est un prisme rhomboïdal droit, dans lequel la

Fig. 203.



hauteur est au côté de la base dans le rapport $\frac{21}{51}$ (fig. 204), avec des clivages faciles parallèlement à

la base et aux pans du prisme primitif. Les formes simples dérivées sont en général des prismes terminés tantôt par un dôme ou sommet dièdre à arête horizontale, tantôt par des sommets pyramidaux très-surbaissés ou des pointements octaédriques (fig. 205).

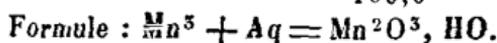
Quelquefois les formes cristallines prennent un grand nombre de faces qui produisent des stries sur les faces verticales ; ces cristaux s'accollent les uns aux autres parallèlement à leur axe vertical ; la base commune est ondulée et le cristal est alors cannelé et cylindroïde, quelquefois très-volumineux.

Les cristaux de manganite présentent aussi fréquemment des macles formées par la réunion de deux cristaux ; cette espèce est aussi souvent en masses bacillaires ; quelquefois des cristaux très-minces sont enchevêtrés sur de la manganite amorphe ; enfin elle se rencontre avec la structure concrétionnée stalactiforme de la pyrolusite.

On peut donc distinguer diverses variétés de manganite : 1° bacillaire ; 2° fibreuse ou radiée ; 3° concrétionnée ; 4° stalactique.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La manganite donne de l'eau par calcination ; elle est infusible au chalumeau ; avec les fondants, elle donne les réactions caractéristiques du manganèse ; elle se dissout dans l'acide chlorhydrique en dégageant peu de chlore ; elle est composée de :

Oxyde manganique anhydre . . .	89,9
Eau	10,1
	<hr/>
	100,0



GISEMENTS. — On la trouve en filons à Ihlefeld, au Hartz, dans le Devonshire, etc., associée aux minerais de fer spathique (Baigorrry), etc. ; elle accompagne souvent l'hématite (Rancié, La Voulte, etc.) ;

elle forme des dendrites ou des petites concrétions au milieu des gypses, des sables, des grès, etc.

La manganite est très-abondante, mais elle dégage trop peu de chlore pour la substituer avantageusement à la pyrolusite.

8^e Espèce : Groroïlite (Berthier). Manganèse peroxydé hydraté. Oxyde sur-manganique hydraté.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La groroïlite est une substance amorphe, très-tendre, d'une couleur brune plus ou moins foncée, poussière de couleur chocolat ; tache les doigts et le papier.

Elle ne se présente qu'en masses amorphes, en nodules terreux, bruns, presque noirs, tachant les doigts, d'une faible densité (ce qui leur a valu le nom de manganèse liège) ; se coupe facilement au couteau ; se pulvérise difficilement, mais s'écrase en offrant une certaine plasticité.

Dans certains gîtes d'hématite brune (Vicdessos, mines du Canigou, etc.), la groroïlite forme un enduit violacé, un peu velouté avec un éclat presque métallique, en forme d'écailles flexibles, non élastiques et très-minces à la surface du minerai de fer : c'est ce qu'on appelle le manganèse argentin, le manganèse wad (ouate) des Anglais, le mangan-schaum (écume de manganèse) des Allemands.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La groroïlite est attaquée par plusieurs acides, par l'acide sulfureux, l'acide oxalique, sulfurique et surtout par l'acide chlorhydrique concentré, qui en fait dégager beaucoup de chlore ; au chalumeau avec les fondants, elle donne les réactions du manganèse ; elle est composée de :

Oxyde surmanganique (peroxyde de manganèse).	83,17
Eau.	16,83
	<hr/>
	100,00

Formule : $Mn^2 + Aq = MnO^2, HO.$

9^e *Espèce* : *Psilomélane (Haid). Manganèse oxydé baritifère. Manganèse oxydé terne.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La psilomélane est une substance noire ou d'un gris noirâtre ou bleuâtre ; poussière d'un gris presque noir, sa densité varie de 3,70 à 4,328, dureté 6,5 ; elle se présente en masses concrétionnées, fibreuses ou compactes, à cassure conchoïdale et mate, assez brillante à la surface des concrétions.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Elle donne au chalumeau avec les fondants, les réactions du manganèse ; elle est attaquable par l'acide azotique ; l'acide chlorhydrique concentré la dissout facilement avec dégagement de chlore, sa solution chlorhydrique donne un précipité blanc insoluble par l'acide sulfurique ou un sulfate. Formule : $BaMn^4 + 2Aq.$

GISEMENTS. — La psilomélane, au point de vue industriel, peut être considérée comme une pyrolusite impure ; on la rencontre en France, avec la pyrolusite, à Thiviers, à Romanèche, à Gy (Haute-Saône), à Brezon (Cantal), au Hartz, dans le Cornouailles, etc.

Composés salins.

A. Carbonates.

10^e *Espèce* : *Diallogite (Beud.). Rhodochrosite (Hausm.). Manganèse carbonaté (H.).*

CARACTÈRES. — La diallogite est une substance

formée de carbonate manganéux (MnO, CO^2) ; sa couleur est le rose plus ou moins foncé ; en lamelles très-minces, elle est transparente ou translucide, son éclat est vitreux et nacré dans la cassure, qui est ordinairement lamelleuse, quelquefois fibreuse et rarement compacte. Par l'altération, au moyen des agents atmosphériques, sa couleur peut varier du rose violacé au brun, presque noir.

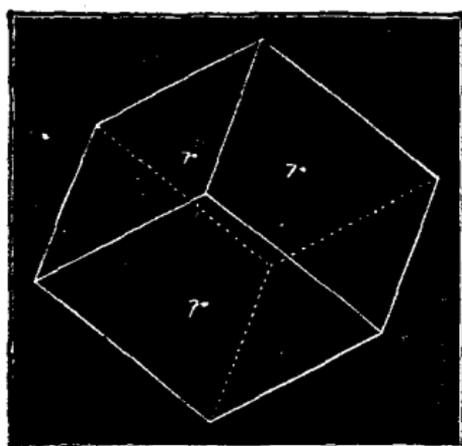
La diallogite raie le calcaire et quelquefois la fluorine, sa dureté varie de 4 à 4,5 ; sa densité = 3,40 à 3,60 ; elle est infusible au chalumeau, y décrépite et noircit ; les acides l'attaquent avec facilité, en produisant une effervescence lente, qui est activée en chauffant un peu ; elle est composée de :

	Rapports.
Acide carbonique.	37,27 2
Oxyde manganéux	62,73 1
	100,00

Formule : $\text{MnC}^2 = \text{MnO}, \text{CO}^2$.

La diallogite cristallise dans le système hexagonal

Fig. 206.



(sous-système rhomboédrique) ; sa forme primitive est un rhomboèdre de $106^{\circ},51$ à 107° (fig. 206).

Cette espèce est un minéral rare qui se rencontre en veinules dans les filons de cuivre, d'argent, de plomb, de manganèse, au Hartz, à Freiberg, à Kapnik, à Nagyag, à Vielle, dans les Pyrénées.

B. Silicates.

Les minéralogistes admettent plusieurs silicates à base d'oxyde manganoux ou manganique ; mais un seul nous paraît assez nettement défini pour faire l'objet d'une description particulière.

Les silicates manganoux se présentent en veinules dans un certain nombre de filons métallifères ; ils ont une couleur rose plus ou moins foncée, presque tous raient le verre, sont friables, leur densité varie de 3,45 à 4 ; lorsqu'ils sont porphyrisés, ils sont attaqués par l'acide chlorhydrique et même par l'acide azotique concentré ; ils sont anhydres et renferment une certaine proportion d'oxyde ferreux, de chaux, de magnésie, etc.

Les silicates manganiques contiennent toujours de l'oxyde ferrique et de l'alumine, souvent de la chaux et de la magnésie ; ils se présentent en filons assez puissants, accompagnant le fer oligiste ou des silicates à base de fer ; ils ont une couleur brun foncé, peu d'éclat, ils sont hydratés et facilement attaqués par l'acide chlorhydrique concentré ; ils sont moins durs que les silicates manganoux et ne raient pas le verre.

11^e Espèce : *Rhodonite* (Beud.). *Manganèse oxydé silicifère* (H.). *Manganèse silicaté rose*. *Bisilicate de manganèse*.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — La rhodo-

nite est d'une couleur rose, rose violâtre ou rose foncé, translucide sur les bords, avec un éclat un peu nacré, cassure lamelleuse, inégale ou esquilleuse suivant sa texture ; sa densité varie de 3,538 à 3,680 ; il raie le verre, donne des étincelles par le choc du briquet, sa dureté = 6 à 7.

La rhodonite ne donne pas d'eau par calcination ; au chalumeau, elle devient d'un brun noirâtre, et fond en un émail rose au feu de réduction et en un globule noir métallique à celui d'oxydation ; avec le borax, elle donne une couleur violette ; elle est composée de :

		Rapports.
Silice	48,00	}
Oxyde manganéux	49,04	
Chaux	3,12	
Magnésie	0,22	
	100,38	2 1

Formule : $\text{MnSi}^2 = \text{MnO}, 2\text{SiO}^3$.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La rhodonite cristallise dans le système clinorhombique ; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique.

Elle se présente en masses cristallines, en masses grenues ou lamelleuses et quelquefois à l'état compacte. Quand elle est lamelleuse, elle montre quatre clivages, deux sous l'angle de $87^\circ, 5'$ et deux autres perpendiculaires entre eux.

GISEMENTS. — La rhodonite se trouve en veinules, dans les roches anciennes et dans les gîtes métallifères. On la trouve dans les filons de magnétite à Langbanshytta en Suède, dans les mines de galène argentifère de la Transylvanie, dans les filons manganésifères de St.-Marcel (Piémont), à Romanèche, en Algérie. Les variétés compactes de Sibérie servent à fabriquer des objets d'ornement, des boîtes,

des coffrets, etc. L'Exposition de 1867, section russe, contenait des objets d'art en rhodonite (1).

C. Phosphates.

On admet en minéralogie plusieurs phosphates de manganèse; mais ces composés ne méritent pas d'être tous élevés au rang d'espèces: ce sont des produits plus ou moins décomposés, toujours très-impurs, ils renferment une plus ou moins grande proportion de fer.

Ils se présentent en masses lamelleuses, lentement solubles dans les acides, fusibles au chalumeau, en donnant un globule noir à la flamme intérieure; raient difficilement le verre, sont très-fragiles, leur cassure est conchoïdale, un peu lamelleuse, d'un éclat résineux sur leur cassure fraîche, ils ont une coloration violette, qui à l'air passe au noir ou au brun; leur densité ne dépasse pas 4.

Les espèces que les minéralogistes reconnaissent, sont:

1° *Huréaulite* (Alluaud.), substance vitreuse, jaune ou d'un jaune rougeâtre, cristallisant dans le système clino-rhombique, formule $5(mn, fe), 2PhO^5 + 2Aq = 5(MnO, FeO), 2PhO^5, 2HO$; 2° *hétérozite* (Allu.), substance d'un gris bleuâtre et d'un éclat gras, terne et d'un beau violet dans les parties altérées, formule $3(mn, fe), 2Ph^5 + Aq = 3(MnO, FeO), 2PhO^5, HO$; 3° *triphyline* (Fuchs), substance violette ou gris bleuâtre, système ortho-rhombique, formule $4(mn, fe), 3Ph^5 + LiPh^5 = 4(MnO, FeO) 3PhO^5 + LiO, PhO^5$; 4° *triplite*, substance d'un brun noirâtre, d'un éclat

(1) Voir : *Études sur l'Exposition de 1867*, ou *Archives de l'industrie au XIX^e siècle*, article Minéralogie, chez Eug. Lacroix, ¹¹

gras ou faiblement résineux, système ortho-rhombique; formule $4(mn,fe)Ph^5=4(MnO,FeO)PhO^5$.

5^e Genre : Zinc.

Corps simple ou indécomposable, ayant pour formule $Zn=33$.

Les composés de zinc chauffés sur le charbon se réduisent; l'oxyde de zinc devient éclatant et reste jaune tant qu'il est chaud; en se volatilissant sur le charbon, il donne un anneau jaune à chaud et blanc à froid. L'oxyde de zinc chauffé avec l'azotate de cobalt se colore en vert caractéristique.

COMPOSÉS NATURELS DE ZINC. — Les principaux composés naturels de zinc sont :

1^o *Blende* ou zinc sulfuré = ZnS ; 2^o *zinc sélénié* = $ZnSe$; 3^o *Voltzine* ou voltzite (Fournet) ou oxy-sulfure de zinc = $Zn+4ZnS$; 4^o *Zincite* ou brucite ou zinc oxydé rouge = $5Zn+\frac{3}{2}mn$; 5^o *calamine* ou zinc carbonaté = ZnC^2 ; 6^o *zinconise* ou zinc hydro-carbonaté = $ZnC^2+2ZnAq$; 7^o *buratite* (Dellesse), hydro-carbonate de chaux, de zinc et de cuivre = $2(Zn,Cu,Ca)C^2+Aq$; 8^o *willémite* (Lévy) ou williamsite, zinc silicaté anhydre = $ZnSi=3ZnO, SiO^5$; 9^o *smithsonite* (Phill.) ou calamine électrique ou zinc silicaté hydraté = $3ZnSi+Aq$; 10^o *köttigite* ou zinc arséniaté (Zn,Co,Ni)⁵ As^5+8Aq ; 11^o *gallizinite* ou zinc sulfaté = ZnS^5+6Aq ; 12^o *adamine*, arséniate de zinc.

Minerais de zinc.

La calamine, la blende et la smithsonite sont les seuls composés zincifères assez abondants pour être exploités comme minerais de zinc. La blende se trouve presque dans tous les gites ou filons de plomb,

mais justement à cause de sa dissémination, elle est rarement concentrée avec assez d'abondance pour servir à une exploitation. La calamine forme, au contraire, des gîtes puissants et spéciaux qui ont fixé l'industrie du zinc dans les pays où ils se trouvent (vallée de la Moselle, Silésie).

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le zinc se fabrique en mélangeant la calamine grillée avec son volume de houille; on distille le mélange dans des cornues placées dans une sorte de four à réverbère où elles sont chauffées; le zinc distillé vient se condenser dans des allonges.

L'industrie du zinc en Belgique s'est établie au voisinage des houillères; les fonderies des sociétés connues sous le nom de Vieille-Montagne, Nouvelle-Montagne, Grande-Montagne, de Corphalie, etc., traitent non-seulement les minerais de la Belgique, mais aussi ceux qui viennent de l'Allemagne, de la Suède, de l'Espagne, etc.

En Silésie, l'industrie du zinc est aussi très-active; les usines d'Angleterre et de la Prusse rhénane traitent aussi la blende; elles produisent une quantité notable de zinc, mais cependant inférieure à la production de la Belgique ou de la Silésie; la France produit une petite quantité de zinc; nos usines traitent la blende que produit le pays et quelques minerais de l'île de Sardaigne.

La production annuelle de la Belgique est d'environ 24,000 tonnes.

—	—	Silésie	—	24,000	—
—	—	Angleterre	—	600	—
—	—	Espagne	—	300	—
—	—	Pologne	—	5,700	—
—	—	Hartz	—	100	—

Le zinc a de nombreux usages: il entre dans la composition des laitons; en lames, il est employé

pour la couverture des édifices, pour fabriquer des baignoires, etc. ; il recouvre le fer (fer galvanisé), pour le mettre à l'abri de l'oxydation ; les artificiers l'emploient pour certaines préparations, etc. A l'état d'oxyde, il est usité en peinture pour remplacer la céruse ; enfin, la médecine fait usage du sulfate de zinc.

Le minerai de la Belgique est un mélange de calamine et de smithsonite ; sa gangue se compose exclusivement d'argile et d'hydroxyde de fer, plus rarement de calcaire ; souvent la blende se trouve vers le périmètre du gîte (gîtes de Moresnet, d'Angleur, du Dos, de la Mallieue).

Le minerai de Silésie est le même que celui de la Belgique ; dans les usines où l'on emploie la blende (Angleterre, etc.), on grille préalablement le minerai en tas, puis on lui fait subir un grillage plus parfait dans un fourneau à réverbère. Le minerai grillé se compose d'oxyde de zinc et de sulfate que l'on réduit par le charbon dans des vases distillatoires.

Les mines de la Belgique fournissent une quantité de minerai, capable de donner, au maximum, environ 15000 tonnes de zinc métallique ; l'excédant de la production belge est produit par des minerais étrangers.

Les usines belges achètent les calamines calcinées de la province de Santander (Espagne), rendues à Anvers où leur titre est constaté. On admet, dans ce genre de commerce : 1° que tout minerai doit subir un déchet de 15 p. 0/0, pour compenser les pertes de la volatilisation ; 2° que les frais de traitement de 1000 kilogrammes de minerais calcinés, s'élèvent à 80 francs ; 3° que le fondeur doit bénéficier de 10^f par quintal de zinc obtenu. Voici un exemple numérique emprunté à M. Burat :

« 1000 kilogrammes de calamine calcinée, supposée

« au titre de 65 p. 0/0 de zinc, sera comptée pour
 « 50 p. 0/0, déduction faite des 15 p. 0/0 de perte.

« Le cours du zinc étant de 60^f les 100 kilog., la
 « tonne de minerai produira 500 kilog. de zinc, va-
 « lant 300^f, dont à déduire 50^f pour bénéfice de fon-
 « derie, reste 250^f. On compte pour frais de traite-
 « ment 80^f par tonne de minerai, pour transport
 « d'Anvers aux usines 8^f, ensemble 88^f de frais.
 « Reste net, le prix de 162^f.

« Toute différence de 1 p. 0/0 dans le titre du
 « minerai, se décompte par 5^f pour chaque unité du
 « métal. Ainsi la tonne de minerai calciné,

« au titre de 65 p. 0/0,	vaudra	162 fr.
— 60 — —		137 fr.
— 55 — —		112 fr.
— 50 — —		87 fr.
— 45 — —		62 fr. »

Le cours du zinc est en moyenne de 60 les 100 kilogrammes; la calamine, en Belgique, est produite au prix de 6 à 7^f la tonne, dans les travaux à ciel ouvert, et de 7 à 9^f la tonne, pour les travaux souterrains. Dans les essais commerciaux des minerais, le zinc est dosé par la méthode des liqueurs titrées; au laboratoire, ce métal est toujours dosé à l'état d'oxyde; suivant les circonstances, on le précipite de ses dissolutions par le carbonate sodique ou par le sulfhydrate ammonique.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. GISEMENTS DES MINERAIS DE ZINC. — Les deux plus importants minerais de zinc, la calamine et la blende, affectent chacun des modes de gisements particuliers.

CALAMINE. — La calamine se trouve dans deux gisements différents: 1° en filons, dans les terrains

anciens et primaires ; 2° en amas ou stockwerks, dans des terrains plus modernes.

1° Les gisements en filons sont les plus fréquents ; quelquefois la calamine s'y trouve associée à la galène ; certains filons ne contiennent que la calamine sans trace de plomb, comme à Matlock, dans le Derbyshire.

2° Le second mode de gisement, en amas ou stockwerks, est moins fréquent, mais plus productif ; on le connaît dans les Mendip-Hills, en Angleterre, en Belgique et à Tarnowitz, en Silésie.

Dans la chaîne des Mendip-Hills, dans le centre de l'Angleterre, la calamine est disséminée en petits filons contemporains de calcaire magnésien de l'étage permien ; ces filons courent dans toutes les directions ; sur plusieurs points, ils se renflent.

Les grands dépôts de calamine de la Belgique (Vieille-Montagne, Nouvelle-Montagne, Grande-Montagne, Corphalie, près de Huy, d'Engis, etc.), forment des amas dans le terrain anthracifère, associés à des minerais de fer, à des argiles plastiques, etc.

Les exploitations de calamine de la Silésie paraissent encore plus riches que les dépôts de la Belgique ; ils forment des amas dans le Muschelkalk ; la galène y accompagne le minerai de zinc. On y distingue une calamine blanche et une calamine rouge, séparées l'une de l'autre par une bande argileuse.

BLLENDE. — La blende affecte aussi deux sortes de gisements différents : 1° elle est répandue ou disséminée dans les filons plombifères et dans les filons argentifères, comme dans le Hartz, la Saxe, etc., à la Poype (Isère), etc. ; 2° la blende accompagne, dans leur épanchement, les roches granitoïdes ; elle forme des gîtes au contact des terrains anciens et des terrains secondaires, où elle se présente en veinules, en

rognons isolés ou en amas considérables, associés à la galène, à la pyrite, etc. Les Cévennes sont remarquables sous ce rapport; les granites y ont traversé les terrains jurassiques; leur éjaculation a déterminé la formation de dépôts métallifères, le long de la ligne de contact des roches cristallines et des terrains sédimentaires. Exemple: environs d'Alais (Gard), à la Croix-de-Palière, aux Adams, etc.

ESSAI DES MINÉRAIS DE ZINC. — L'essai d'un minéral de zinc a pour objet de connaître la quantité de zinc que l'on peut en retirer par les procédés métallurgiques. A cet effet, on grille le minéral, ensuite on le mélange avec 25 à 30 p. 0/0 de charbon, le tout est introduit dans un creuset de terre que l'on chauffe au blanc. Lorsqu'il ne se dégage plus de vapeurs de zinc, on laisse refroidir le creuset, on recueille le résidu, on le grille pour brûler l'excès de charbon et on le pèse. La différence de poids représente la proportion d'oxyde de zinc. On peut, en opérant dans une cornue, distiller et condenser le zinc.

1^{re} *Espèce* : *Zincite*. *Brucite*. *Oxyde rouge de zinc*.
Zinc oxydé manganésifère.

CARACTÈRES. — La zincite est une substance d'un rouge hyacinthe ou d'un rouge orangé, d'un éclat très-vif, translucide sur les bords; sa densité = 5,4; sa dureté = 4,5; soluble dans les acides azotique, sulfurique; infusible au chalumeau et réductible sur le charbon à la flamme intérieure; cristallise dans le système rhomboédrique, renferme de 10 à 12 p. 0/0 d'oxyde de manganèse; formule: $5\text{Zn} + \frac{3}{4}\text{Mn}^3 + \text{Mn} = 5\text{ZnO} + \text{Mn}^3\text{O}^4$.

Cette espèce se trouve parfois en petites masses

dans le calcaire; mais le plus souvent on la trouve associée à la franklinite, en masses ou en veinules.

2^e *Espèce* : *Voltzine* (Fournet). *Oxy-sulfure de zinc*. *Zinc oxy-sulfuré*.

CARACTÈRES. — Substance d'un rouge de brique ou rouge de rose foncé, opaque ou faiblement translucide sur les bords, éclat légèrement perlé; densité = 3,6; dureté = 4,5; soluble dans l'acide azotique; formule : $Zn + 4ZnS = ZnO + 4ZnS$; on l'a trouvée à Pontgibaud, dans la mine de Rosières; aux environs de Joachimsthal (Bohême), dans la mine Elias.

3^e *Espèce* : *Blende*. *Zinc sulfuré* (H.). *Zinkblende*. *Sphalérite* (Glocker).

Variétés : *Marmatite*. *Marasmolite*. *Przibramite*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — A l'état de pureté, la blende est jaune et transparente, rarement blanche ou incolore, la couleur jaune prend diverses teintes, le jaune de miel, le jaune clair, le jaune rougeâtre et le jaune verdâtre; les plus jaunes sont celles qui contiennent du cadmium; la poussière est toujours d'un gris jaunâtre très-pâle.

Lorsqu'elle est impure par le mélange d'autres sulfures, elle devient jaune-brun translucide, brun opaque et noire.

L'éclat de la blende est vif, celui de la variété pure et translucide est résineux et adamantin; celui de la blende impure, opaque, brune ou noire est demi-métallique; elle est tendre et cassante, sa cassure est lamelleuse ou conchoïdale; sa dureté = 3,5, sa densité varie de 3,9 à 4,2; elle est phospho-

rescente par le frottement et possède la réfraction simple.

Les mineurs allemands distinguent, par rapport à la coloration, trois variétés de blende, savoir :

1° La blende jaune, qui est la plus pure ; elle est transparente, lamelleuse, phosphorescente. Les plus beaux cristaux appartiennent à cette variété ; ils sont généralement associés à la sidérose, à la panabase, à l'alabandine, à la diallogite, à la rhodonite ; on la trouve à Kapnick en Transylvanie, à Felsöbanya, à Nagy-Bonya et Schemnitz en Hongrie, en Saxe, en Bohême, au Hartz, à Baigorry dans les Pyrénées, dans les Alpes du Dauphiné (Vizille), dans les Cévennes (Gard), etc.

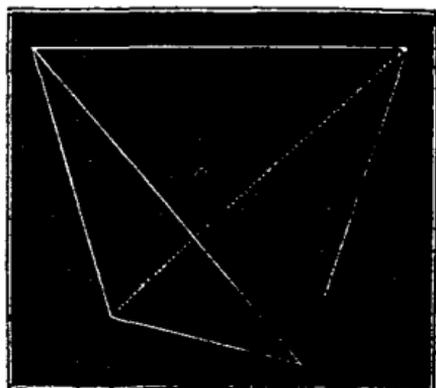
2° La blende brune est plus commune que la précédente, moins transparente et moins lamelleuse ; ses teintes varient du brun jaunâtre au brun rougeâtre et au rouge grenat ; on la trouve en cristaux, en masses laminaires et en masses radiées ou fibreuses. En France elle s'associe fréquemment à la barytine, au calcaire, à la fluorine et au quartz (Châtel-Audren, département des Côtes-du-Nord, Freiberg, Angleterre, Cévennes, Lyonnais, etc.).

3° La blende noire est plus rare que la précédente ; sa couleur est tantôt d'un noir de velours (marmatite), tantôt d'un noir grisâtre ou rougeâtre ; elle contient, outre le fer, du manganèse et quelques autres substances métalliques ; les minéraux qui l'accompagnent sont : la chalkopyrite, la pyrite, la limonite, la galène, l'argent rouge, le quartz hyalin, le calcaire ; elle se trouve en cristaux ou en masses lamellaires (Freiberg, Bohême, Hongrie, Sibérie, etc.).

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La blende cristallise dans le système cubique (sous système

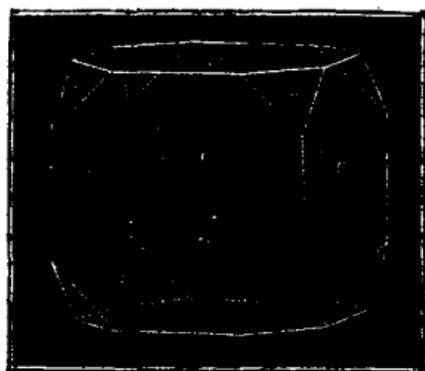
tétraédrique); la forme primitive est un cube avec hémiedrie à faces inclinées qui donne le tétraèdre régulier (fig. 207).

Fig. 207.



Le tétraèdre est la forme dominante, mais ordinairement elle offre des hémitropies ou macles parallèlement à une des faces de l'octaèdre ou du dodécaèdre rhomboïdal. Les cristaux sont en général disséminés sur une gangue ou réunis pour former

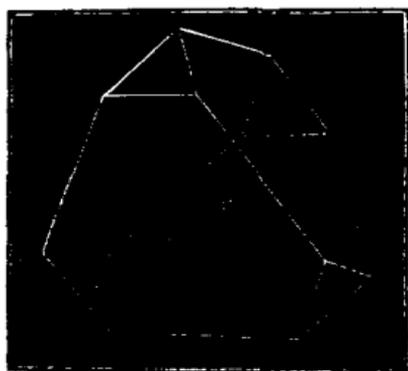
Fig. 208.



une masse cristalline passant insensiblement à une masse lamelleuse; ils sont en général très complexes :

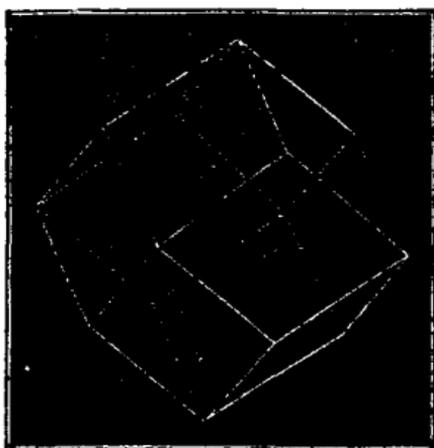
les plus simples présentent la disposition d'un tétraèdre pyramidé résultant de l'hémiédrie d'un solide à 24 faces.

Fig. 209.



Une autre forme simple ordinaire est le cubo-oc-taèdre (fig. 208) ; on trouve aussi des cristaux de blende triforme, qui résultent de la combinaison de

Fig. 210.



trois formes simples, le cube, le dodécaèdre rhom-boïdal et le tétraèdre régulier. On rencontre quel-quefois une autre forme composée, la blende di-dodécaèdre, résultant de la combinaison du dodé-

caèdre rhomboïdal avec un tétratrièdre, moitié du trapézoèdre ou tétraèdre pyramidé. Les formes simples dominantes sont : le tétraèdre régulier (fig. 209), le tétratrièdre et le dodécaèdre rhomboïdal (fig. 210)

Fig. 211.

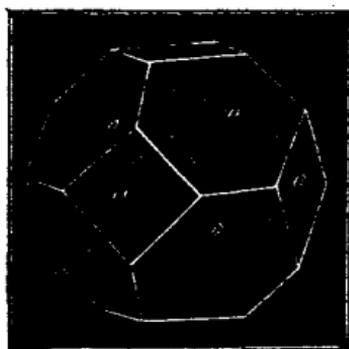
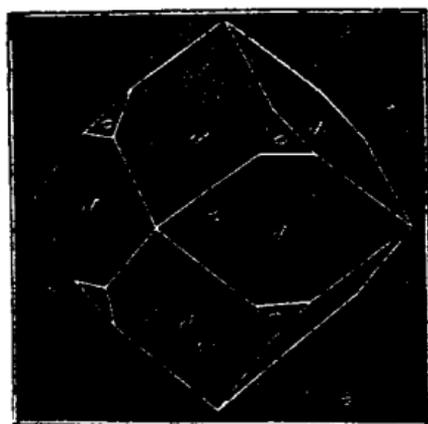


Fig. 212.



avec des modifications représentées par les fig. 211-212-213, et six clivages égaux parallèlement aux faces du dodécaèdre rhomboïdal ; en combinant ces clivages, on peut obtenir un sphénoèdre ou té-

Fig. 213.



traèdre à faces isocèles et un octaèdre droit à base carrée.

La blende se présente aussi souvent en masses

imparfaitement cristallines et lamelleuses ; tantôt elles sont nettement lamelleuses, tantôt elles sont saccharoïdes.

Elle se recontre aussi fréquemment concrétionnée, tantôt en sphéroïdes ou rognons arrondis, à cassure compacte ou fibreuse, tantôt en masses radiées, fibreuses et parfois testacée, à cassure compacte ou grenue ; de là les diverses variétés de forme et de structure établies dans la blende : 1° la blende laminaire qui est une variété spéculaire, miroitante, à grandes lames brillantes diversement entrelacées ; 2° la blende lamellaire, à petites lames mêlées et inclinées dans toutes les directions ; 3° la blende radiée, en masses solides, fibreuses et radiées, d'un éclat un peu perlé : elle contient souvent du cadmium ; 4° la blende concrétionnée ou testacée qui se présente en masses mamelonnées ou globuliformes, à structure testacée, à texture fibreuse ou compacte ; son éclat varie du mat au résineux. L'intérieur des mamelons ou des globules est ordinairement strié du centre à la circonférence.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La blende est difficilement soluble dans l'acide azotique, elle dégage peu de vapeurs, mais beaucoup d'hydrogène sulfuré. Au chalumeau, seule elle décrépite, ne fond pas, mais s'arrondit un peu sur ses bords amincis ; elle ne dégage qu'une très-faible odeur d'acide sulfureux ; elle est difficile à griller. Dans le tube ouvert, elle ne dégage point de fumée et s'altère peu ; sur le charbon, à la flamme extérieure, elle forme un dépôt annulaire d'oxyde de zinc, jaune à chaud et blanc à froid. La soude l'attaque faiblement, mais le zinc se réduit, on voit apparaître la flamme de zinc, tandis que l'oxyde se dépose sur le charbon. La blende est composée de :

		Rapports.	
Zinc.	66,34	0,164	1
Soufre.	33,66	0,166	1
	100,00		

Formule : ZnS.

GISEMENTS. — La blende occupe les mêmes positions géologiques que la galène, on la trouve : 1° dans les terrains de cristallisation en filons qui traversent le gneiss, le micaschiste, les schistes cristallins, plus rarement dans les granites; 2° dans les terrains primaires, en amas ou en filons irréguliers, dans les grauwackes, les schistes argileux, les calcaires, les grès carbonifériens; 3° dans les terrains secondaires, le trias et le jurassique.

Dans le Lyonnais, la blende cristallisée ou en masses cristallines, se trouve à la Poype, près de Vienne (Isère), à Estressin, Pont-la-Terrasse, Saint-Julien-Molin-Molette, Chevigny, Chasselay, Chenelette. La blende cadmifère a été trouvée à Nuissière, près de Beaujeu.

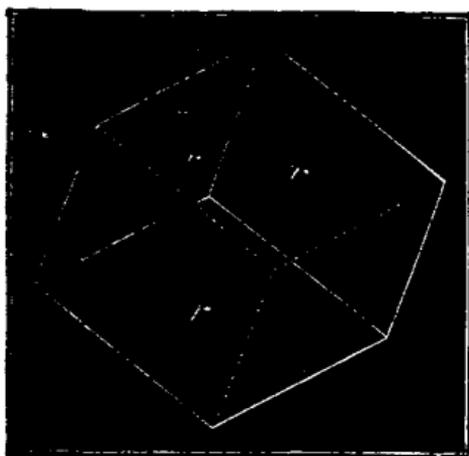
4° Espèce : Calamine. Zinc carbonaté (H.). Zinkspath. Smithsonite (Beud.).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La calamine se présente en cristaux, en masses concrétionnées et compactes d'un aspect lithoïde, d'une couleur variant du blanc au grisâtre, au jaunâtre et au verdâtre; sa cassure est lamelleuse ou subvitreuse; sa densité = 4,45; sa dureté = 5; elle est opaque ou translucide.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La calamine cristallise dans le système hexagonal ou rhomboédrique; la forme primitive est un rhomboèdre de 107°,40' (fig. 214), duquel dérivent deux rhomboèdres secondaires de 137°,7' et de 66°,30'; on a aussi observé le prisme hexagonal régulier.

La calamine possède trois clivages parallèles aux faces du rhomboèdre primitif, ce qui lui donne sa cassure lamelleuse. Les cristaux ne sont pas très-

Fig. 214.



variés; ce sont tantôt des rhomboèdres, tantôt des scalénoèdres.

Les scalénoèdres sont, en général, en très-petits cristaux, recouvrant une masse de calamine amorphe; ils sont souvent ternes et recouverts d'une sorte d'enduit pulvérulent noirâtre ou blanchâtre.

Les cristaux rhomboédriques sont généralement plus gros, à faces un peu courbes, doués d'un éclat vitreux, souvent un peu résineux ou adamantin. La calamine se présente le plus souvent en masses concrétionnées à structure stalactique, en petits mamelons hérissés de pointes cristallines, en concrétions compactes et à l'état terreux et amorphe. De là, les variétés de texture : 1° calamine aciculaire, en masses composées de fibres ou d'aiguilles qui se terminent en pointes de rhomboèdres aigus ou de scalénoèdres; 2° calamine concrétionnée, en masses mamelonnées et translucides, à cassure esquilleuse, un peu lamelleuse, rarement fibreuse, à texture cris-

talline, présentant souvent l'aspect de la calcédoine ou de la cire; ses couleurs sont le jaune verdâtre, le jaune de miel, le brun et le blanc; quelquefois elle se montre en granules distincts; 3° calamine compacte en masses opaques, de couleur jaune ou brune, avec un aspect terreux et une cassure terne, ordinairement à structure cariée ou caverneuse, et par places passant à la structure grenue ou écailleuse.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La calamine est soluble dans les acides avec une effervescence lente qui s'active par la chaleur; elle est infusible au chalumeau; avec le sel de phosphore, elle se dissout aisément en un verre incolore. Elle ne donne pas d'eau par la calcination, mais devient au feu semblable à un émail blanc, qui, soumis à la flamme de réduction, couvre le charbon de fumées de zinc. Elle est souvent mélangée d'un peu de giobertite, de sidérose ou de diallogite et d'une petite quantité de carbonate de cadmium.

Lorsque la calamine contient du cadmium, à la flamme de réduction, elle s'entoure, au premier coup de feu, d'une auréole rouge ou orangée; elle contient, quand elle est pure :

		Oxygène.	Rapports.
Acide carbonique . . .	33,2	25,46	2
Oxyde de zinc.	64,8	12,87	1
	100,0		

Formule : $ZnC^2 = ZnO, CO^2$.

GISEMENTS. — La calamine se trouve : 1° en filons dans les terrains anciens ou primaires (à Matloch, dans le Derbyshire); 2° en amas ou en gites irréguliers avec la smithsonite ou silicate de zinc, au milieu des terrains plus modernes : à Mendip-Hills, en Angleterre; à Tarnowitz, en Silésie; à Altenberg, Morresnet, etc.; en Belgique et à peu de distance d'Aix-

la-Chapelle, dans le carboniférien. Dans les filons de la Poype (près de Vienne, Isère), on trouve de la calamine qui résulte d'une épigénie de la blende.

A Chessy se trouve la calamine cuprifère et la buratite $2(\text{Zn}, \text{Cu}, \text{Ca})\text{C}^2 + \text{Aq} = 2(\text{ZnO}, \text{CuO}, \text{CaO}), \text{CO}^2 + \text{HO}$, minéral d'un bleu ou d'un vert grisâtre, en agrégats fibreux ou aciculaires, radiés, associé, dans l'Altai, à l'aurichalcite, autre carbonate de cuivre et de zinc d'une couleur vert de gris.

5° *Espèce : Zinconise (Beud.). Zinc hydro-carbonaté. Fleur de zinc.*

CARACTÈRES. — La zinconise ou zinc hydro-carbonaté ($\text{ZnC}^2 + 2\text{ZnAq} = \text{ZnO}, \text{CO}^2 + 2\text{ZnO}, \text{HO}$) est une substance amorphe, blanche, terreuse ou d'un jaune pâle; translucide, récemment extraite de la mine, mais avec le temps devient opaque; les acides la dissolvent avec une effervescence faible et sans résidu; chauffée dans le tube, elle dégage de l'eau, elle devient jaune et reprend sa couleur blanche par le refroidissement; avec le carbonate sodique, chauffée à la flamme intérieure du chalumeau, elle donne des fumées de zinc et une auréole d'oxyde qui se condense sur le charbon; sa composition est assez variable :

	Analyse de Smithson.	Oxygène.	Rapports	Analyse de Berthier	Oxygène.	Rapports
Acide carbonique.	13,50	9,76	2	13	9,4	3
Oxyde de zinc	71,40	14,18	6	67	13,31	4
Eau.	15,10	13,42	4	20	17,78	5

La zinconise accompagne la calamine dans plusieurs de ses gisements, principalement dans les mines de Bleiberg en Carinthie, de Szarka en Hongrie, etc. Mais ce corps, qui autrefois n'était considéré que comme un produit accidentel, a été trouvé, dans

ces dernières années, en Espagne (environs de Santander), en masses assez importantes pour constituer un véritable minerai de zinc. Il forme des concrétions blanches et crayeuses qui contiennent de 10 à 15 p. 0/0 d'eau.

6^e *Espèce* : *Willémite* (Lévy.). *Williamsite*. *Zinc silicaté anhydre*.

Variétés : Hébéline (Brewst.). Troostite (Shepard.) ou willémite manganésifère. Mancinite (Jacquot).

CARACTÈRES. — La willémite se présente en masses de couleur jaune ou d'un brun rougeâtre et en petits cristaux prismatiques ; sa densité = 4,2, sa dureté = 4,5 ; elle est soluble à chaud dans les acides, avec dépôt de silice gélatineuse ; au chalumeau, elle est infusible et devient opaque ; avec la soude, à la flamme intérieure, elle donne difficilement des fumées de zinc ; elle ne donne pas d'eau par calcination ; elle est composée de :

Silice.	27,15	1
Oxyde de zinc.	72,85	1
	<hr/>	
	100,00	

Formule : $ZnSi = 3ZnO, SiO^3$.

La willémite cristallise dans le système hexagonal, avec un clivage facile parallèle à la base du prisme hexagonal régulier et d'autres plus difficiles parallèles aux faces latérales. Les cristaux sont en général très-petits, très-brillants et très-nets, d'un éclat vif et vitreux ; ce sont des prismes hexaèdres réguliers, rarement terminés par un pointement à six faces, mais, en général, par des sommets de rhomboèdres obtus.

La willémite est très-abondante dans la mine de Moresnet (Vieille-Montagne), à Stolberg, près d'Aix-

la-Chapelle, etc., en Carinthie, aux États-Unis (à Stirling, à Franklin). La mancinite ($\text{ZnO}, 3\text{SiO}_3$), se trouve à Mancino, près de Livourne.

7^e Espèce : *Smithsonite* (Phillips.). *Calamine électrique* (Smithson). *Zinc oxydé siliceux* (H.). *Zinc hydro-silicaté*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La smithsonite est une substance en général de couleur claire, d'un blanc mat ou grisâtre, ou blanche et limpide; lorsqu'elle est cristallisée, elle est presque toujours incolore et transparente; en concrétions, elle est jaunâtre, bleuâtre ou verdâtre par la présence des traces de sels de cuivre; sa densité = 3,35; sa dureté = 5; elle est facile à casser et à pulvériser; sa cassure est demi-vitreuse, tantôt lamelleuse, tantôt conchoïdale; les cristaux transparents, d'un éclat vitreux, sont ordinairement striés longitudinalement, ils sont bi-réfringents, positifs et pyro-électriques.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La smithsonite cristallise dans le système ortho-rhombique; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit sous l'angle de $103^\circ, 56'$, dans lequel le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur égale $4/5$; un seul clivage facile a lieu parallèlement aux pans de ce prisme.

Les principales variétés de formes régulières sont : 1^o la smithsonite trapézienne, prisme hexagonal, terminé par des sommets dièdres ou table rectangulaire, modifié latéralement par des trapèzes; 2^o la smithsonite bi-unitaire, le même prisme hexagonal terminé par d'autres sommets dièdres.

Les cristaux simples de smithsonite sont en général courts et épais, ils présentent une grande dissymétrie, avec des modifications terminales par

2 ou par 4. On trouve aussi des cristaux très-amin-cis qui se réduisent à de véritables lames à éclat soyeux.

La smithsonite se trouve aussi en croûtes cristallines, en concrétions, en petits mamelons hérissés de cristaux et en masses compactes.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Elle est soluble à chaud dans les acides, sans effervescence et avec dépôt de silice gélatineuse ; chauffée dans un tube, elle décrépite un peu, dégage de l'eau et devient d'un blanc laiteux ; ne fond pas, mais se gonfle un peu à un feu vif ; au chalumeau, elle est très-difficilement fusible et ne fond que sur les bords ; avec le borax et le sel de phosphore, elle se dissout en un verre incolore ; avec le carbonate sodique, elle donne, sur le charbon, l'auréole de zinc ; elle est composée de :

Silice.	24,893	12,93	2
Oxyde de zinc.	66,837	13,28	2
Eau.	7,460	6,63	1
	<hr/>		
	99,190		

Formule : $2\text{ZnSi} + \text{Aq} = 3\text{ZnO}, \text{SiO}^5 + \text{HO}.$

GISEMENTS. — La smithsonite se trouve en filons et en amas ou gîtes irréguliers avec la calamine qu'elle accompagne dans les différents gisements de la Silésie, de la Belgique, de la Prusse rhénane, à Santander (Espagne), à Uzès (Gard), à Combecave, près de Figeac, Aulus dans les Pyrénées.

La gallizénite, ou zinc sulfaté, se trouve souvent en efflorescence dans certaines mines de zinc, c'est un produit accidentel comme l'arséniate ou köttigite.

L'adamine (arséniate de zinc) est isomorphe de l'olivénite et cristallise dans le système ortho-rhombique.

Tableau résumé des espèces de la famille des Sidérides.

1	a.	Substance donnant les réactions du fer fortement accusées	2
	b.	Substance donnant les réactions du nickel, ou du cobalt, ou du zinc, ou du manganèse.	16
2	a.	Substance dégageant au chalumeau une odeur arsénicale.	3
	b.	Substance ne dégageant pas d'odeur alliagée ou arsénicale.	4
3	a.	Substance dégageant au chalumeau une odeur arsénicale un peu sulfureuse ; chauffée dans le tube, elle donne un anneau de sulfure rouge d'arsenic ; densité = 5,8 à 6,2, dureté = 5,5 à 6. <i>Mispickel</i> .	
	b.	Substance dégageant au chalumeau une odeur arsénicale sans trace d'odeur sulfureuse ; dans le tube, anneau d'arsenic sans sublimé de sulfure rouge ; densité 7 à 7,4, dureté 5,5. <i>Lolingite</i> .	
	c.	Substance dégageant au chalumeau une odeur arsénicale, couleur jaunâtre ou verdâtre ; densité variant de 2,90 à 3,52, dureté de 1 à 3. <i>Arséniales de fer</i> .	
4	a.	Au chalumeau, dégagement de gaz acide sulfureux.	5
	b.	— pas de dégagement de gaz acide sulfureux.	7
5	a.	Substance magnétique, couleur brun bronzé ou jaune de bronze mêlé de rougeâtre, système hexagonal, poussière noire grisâtre, râclure gris verdâtre ; densité=4,6, dureté=3,5 à 4,5. <i>Pyrrhotine ou leberkise</i> .	
	b.	Substance non magnétique, jaune, verdâtre ou blanchâtre.	6
6	a.	Jaune de laiton, poussière verdâtre, brûle à la flamme d'une bougie, système cubique ; densité = 4,7 à 5, dureté = 6 à 6,5. <i>Pyrite</i> .	
	b.	Jaune de bronze pâle, ou jaune livide verdâtre, ou blanc métallique, poussière gris verdâtre, système ortho-rhombique, brûle à la flamme d'une bougie avec une légère fumée ; densité = 4,6 à 4,8, dureté = 6 à 6,5. <i>Marcassite ou sperkise</i> .	
7	a.	Substance noire ou bleuâtre fortement magnétique.	8
	b.	— rouge, verte, noire, jaune, non magnétique ou très-faiblement.	9

- 8 | a. Gris-brun ou gris d'acier, poussière noire; densité = 4,8 à 5, dureté = 5,5 à 6,5; syst. cubique, infusible au chalumeau, parfois magnétipolaire. *Magnétite*.
 | b. Noire; densité = 5,09 à 5,12, dureté = 6,5; système cubique, infusible au chalumeau; elle donne une auréole d'oxyde de zinc. *Franklinite*.
 | c. Brun verdâtre ou bleuâtre; densité = 3,4, dureté = 3; soluble dans les acides avec dépôt de silice gélatineuse. *Chamoisite*.
- 9 | a. Substance inattaquable par l'acide chlorhydrique. 10
 | b. — attaquable par l'acide chlorhydrique. . 11
- 10 | a. Substance brun noirâtre ou vert noirâtre, éclat résineux, fusible au chalumeau en un émail noir, système clino-rhombique; densité = 3,2 à 3,3, dureté = 5,5. *Achmite*.
 | b. Substance brune, ou noire, ou violacée, éclat métallique, infusible au chalumeau, système cubique; densité = 4,4, dureté 5,5 *Chromite*.
- 11 | a. Sans dépôt de silice gélatineuse, ni d'acide tungstique, ni sans dégagement d'acide carbonique. 12
 | b. Avec dépôt de silice, d'acide tungstique jaune ou dégagement de gaz carbonique. 14
- 12 | a. Substance donnant les réactions de l'acide phosphorique, couleur bleue. *Vivianite*.
 | Substance donnant les réactions de l'acide phosphorique; couleur verte. *Dufrenite*.
 | b. Substance donnant les réactions de l'acide sulfurique; blanc ou vert bleuâtre *Métantérite*.
 | Substance donnant les réactions de l'acide sulfur.; rouge *Botryogène*.
 | c. Substance donnant au chalumeau, avec le sel de phosphore, au feu de réduction, un verre rouge. *Nigrine*.
 | d. Substance donnant au chalumeau, avec le sel de phosphore, au feu de réduction, un verre vert bouteille. 13
- 13 | a. Substance à poussière rouge, infusible au chalumeau, système rhomboédrique. *Oligiste*.
 | b. Substance à poussière d'un brun rougeâtre, fusible au chalumeau, système ortho-rhombique . . *Gæthite*.
 | c. Substance à poussière d'un jaune de rouille ou rubiginoux, amorphe, aspect terreux *Limonite*.

- a. Substance jaunâtre, poussière grise, dégageant de l'acide carbonique par l'action de l'acide chlorhydrique à chaud, système rhomboédrique; densité = 3,9, dureté = 4. *Sidérose.*
- 14 b. Substance noire métallique ou gris foncé, poussière d'un brun rougeâtre; par l'acide chlorhydrique bouillant, il se forme de l'acide tungstique d'un beau jaune; densité = 7,5; dureté = 5,5; système clinorhombique. *Wolfram.*
- c. Substance précipitant en gelée par l'acide chlorhydrique. 15
- a. Substance noire à poussière verte, système hexagonal. *Cronstedtite.*
- 15 b. Substance noire ou verdâtre, à poussière d'un brun verdâtre ou brun jaunâtre. *Hisingérite.*
- c. Substance brun noirâtre, à poussière noire, orthorhombique. *Yénite.*
- a. Substance donnant les réactions du manganèse fortement accusées 17
- 16 b. Substance donnant les réactions ou du zinc, ou du nickel, ou du cobalt. 22
- a. Donnant au chalumeau un dégagement: 1° d'odeur sulfureuse ou 2° arsénicale.
- 17 1° sulfureuse: gris d'acier ou noir brunâtre, poussière verte *Alabandine.*
- Sulfureuse brun rougeâtre foncé ou faible, poussière rouge brunâtre *Hauérite.*
- 2° Arsénicale. *Kanéite.*
- b. Ne donnant ni odeur sulfureuse ni odeur arsénicale 18
- a. Substance attaquable par l'acide chlorhydrique:
- 1° Avec dépôt de silice, couleur rose, clinorhombique. *Rhodonite.*
- 18 2° Avec dégagement d'acide carbonique et effervescence, rhomboédrique. *Diallogite.*
- 3° Sans dégagement gazeux et sans dépôt de silice. *Phosphates: huréaulite, hétérosite, Triphylite.*
- b. Substance attaquable par l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore 19
- 19 a. Donnant de l'eau par calcination. 20
- b. Ne donnant pas d'eau par calcination 21
- 20 a. Substance à poussière brun rougeâtre, orthorhombique, $D = 4,20$ à $4,4$; dureté = 4. . . *Manganite.*
- b. Subst. amorphe, très-légère, friable entre les doigts qu'elle tache, poussière brun chocolat. *Groroïlite.*
- c. Concrétionnée, poussière d'un gris presque noir, réaction baryt.; $D = 3,7$ à $4,38$, dur. = 6,5 *Psilométhane.*

- a. Substance à poussière brun-rouge, système quadratique, octaèdres à faces planes. . . *Hausmannite.*
 21 b. Substance à poussière brun foncé, quadratique, octaèdres à faces bombées. *Braunite.*
 c. Substance à poussière noire, tache le papier, orthorhombique *Pyrolusite.*
- a. Substance donnant les réactions du zinc 23
 22 b. — — — — — nickel ou du cobalt 29
- a. Au chalumeau dégageant une odeur sulfureuse . . . 24
 23 b. Ne dégageant pas d'odeur sulfureuse 25
- a. Couleur rouge de brique ou rouge rosé foncé; densité = 3,6, dureté = 4,5 *Voltzine.*
 24 b. Couleur jaune, verdâtre, noire, brune, phosphorescente par frottement; densité = 3,9 à 4,2, dureté = 3,5, système cubique, en tétraèdres . . *Blende.*
- a. Soluble dans les acides avec effervescence. 26
 25 b. — — — — — sans effervescence 27
- a. Donnant de l'eau par calcination; amorphe, blanche ou jaune pâle *Zinconise.*
 26 b. Pas d'eau par calcination; système rhomboédrique; densité = 4,45; dureté = 5. *Catamine.*
- a. Sans dépôt de silice gélatineuse, substance rouge, rhomboédrique. *Zincite.*
 27 b. Avec dépôt de silice gélatineuse. 28
- a. Substance jaune ou d'un brun rougeâtre, système hexagonal; $D = 4,2$ *Willémite.*
 28 b. Substance grisâtre, blanche ou jaunâtre, pyro-électrique, ortho-rhombique; $D = 3,35$. *Smithsonite.*
- a. Substance donnant les réactions cobaltiques . . . 30
 29 b. — — — — — nickeliques 32
- a. Au chalumeau dégageant une odeur sulfureuse ou arsénicale alliagée 31
 30 b. Au chal. ne dég. aucune odeur. *Peroxyde de cobalt*
- a. Une odeur sulfureuse seule; substance gris d'acier ou blanc d'argent, nuancé de rouge ou de jaune; densité = 4,9, dureté = 5,5. *Linnéite.*
 b. Une odeur arsénicale et sulfureuse; substance gris-blanc ou gris d'acier rougeâtre; densité = 6,30 à 6,45, dureté = 5,5, système cubique . . *Cobaltine.*
 31 c. Une odeur arsénicale seule; substance gris-blanc ou blanc d'étain; densité = 6,46 à 7,20, dureté = 5,5, système cubique, pas d'eau par calcin. . *Smalline.*
 d. Une odeur arsénicale seule, donne de l'eau par calcination; coul. rose fleur de pêcher, syst. clino-rhombique; densité = 2,9, dureté = 2 à 2,5. *Erythrine.*

- 32 *a.* Substance donnant au chalumeau des fumées antimoniales ou des vapeurs arsénicales alliées, ou sulfureuses 33
- 32 *b.* Substance ne donnant pas de ces fumées ni de ces vapeurs : couleur vert émeraude, densité = 3 à 3,25 ; soluble dans les acides avec dégagement d'acide carbonique, de l'eau par calcination . . . *Pennite.*
- 33 *a.* Fumées antimoniales 34
- 33 *b.* Pas de fumées antimoniales 35
- 34 *a.* Substance rouge de cuivre violacé, poussière brun rougeâtre ; densité = 7,54, dureté = 5, système rhomboédrique *Breithauptite.*
- 34 *b.* Substance gris d'acier, vapeurs antimoniales et sulfureuses ; densité = 6,4 ; dureté = 5,5, système cubique *Ulmannite.*
- 35 *a.* Au chalumeau, vapeurs alliées d'arsenic 36
- 35 *b.* — pas de vapeurs arsénicales, mais sulfureuses ; substance d'un jaune de bronze, rhomboédrique ; densité = 5,25 à 5,65 *Arkise.*
- 36 *a.* Substance rouge de cuivre ou jaune un peu rougeâtre, poussière noir brunâtre, système hexagonal ; densité = 7,33 à 7,67, dureté = 5,5. NiAs *Nickeline.*
- 36 NiAs² { blanc d'étain ou gris-clair, densité = 7,19,
ortho-rhombique *Rammetsbergite.*
gris noir ; dens. = 5,6, cub. *Cloanthite.*
- 36 *b.* Substance gris clair, laisse sublimer du sulfure jaune d'arsenic dans le tube fermé ; densité = 5,6 à 6,9 ; système cubique *Disomose.*
- 36 *c.* Substance vert pomme ou vert d'herbe ; de l'eau par calcination, hexagonal *Nickelocre.*

CHAPITRE VII.

4^e CLASSE : MÉTALLOLITHES.1^{re} Famille : Cérides.

GENRES : URANE. DIDYME. LANTHANE. CÉRIUM. THORIUM.

1^{er} Genre : *Urane ou uranium.*Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Ur = 60$.

Les composés d'urane chauffés avec le borax ou le sel de phosphore colorent ces fondants en jaune au feu d'oxydation et en vert au feu de réduction.

Les composés naturels d'urane sont peu nombreux, ce sont : 1° *Pechurane* ou pechblende ou oxyde d'urane = $\text{Ur} + \text{Ur}^5$; 2° *uraconise* ou urane oxydé hydraté = $\text{Ur}^5 + x\text{Aq}$; 3° *uranite* = $(\text{Ca}, \text{Ur}^2) \text{Ph}^5 + 8 \text{Aq}$; 4° *chalkolite* = $(\text{Cu} + \text{Ur}^2) \text{Ph}^5 + 8\text{Aq}$; 5° *johannite* = $\text{Ur}^5 \text{S}^5 = \text{Ur}^2\text{O}^5, \text{SO}^5$; 6° *liebigite* = $(\text{Ca}, \text{Ur}^2) \text{C}^2 = (\text{CaO}, \text{Ur}^2 \text{O}^5) \text{CO}^2$. On connaît donc deux oxydes, deux phosphates, un sulfate et un carbonate d'urane.

Ces minéraux se présentent en cristaux, en petites masses cristallines ou amorphes, en efflorescences, dans quelques mines de galène argentifère ou de cassitérite, en Bohême, en Saxe, en Hongrie, dans le Cornouailles, etc.

A. Oxydes.

1^{re} Espèce : Péchurane (Beud.). Pechblende. Uran pecherz. Urane oxydulé. Gummierz (densité = 3,9 à 4,2).

Variétés : Coracite (densité = 4,378). **Eliasite** (densité = 4,129) rouge brun foncé.

CARACTÈRES. — Substance d'un noir brunâtre, d'un éclat métalloïde, luisant et résineux, à *poussière d'un vert d'olive* ; sa densité varie de 4,8 à 6,5 ; sa dureté, de 5 à 6, infusible au chalumeau ; il colore la flamme en vert, donne, avec le borax, un verre jaune au feu d'oxydation, qui devient vert au feu de réduction ; soluble dans l'eau régale et l'acide azotique ; composée de :

		Oxygène.	Rapports.
Urane.	94,44	0,0345	1
Oxygène.	5,56	0,0356	1
	100,00		

Formule : $\text{Ur} = \text{UrO}$, ou $\text{Ur}^{\text{Er}} = \text{UrO Ur}^2\text{O}^3$.

Cette espèce, en masses compactes ou testacées, se trouve dans un petit nombre de localités, à Johanngeorgenstadt, à Marienberg, à Schneeberg (en Saxe), à Przibram et Joachimsthal (en Bohême), à Retzbanya (en Hongrie), en veinules ou en veines dans les filons argentifères, etc.

Elle sert à la préparation des composés d'urane, dont on a besoin pour les laboratoires.

2^e Espèce : *Uraconise (Beud.)*. *Uranocre*. *Uranblüthe*. *Urane oxydé hydraté*.

CARACTÈRES. — Substance terreuse ou compacte d'une couleur variant du jaune citron au brun rougeâtre ; sa densité varie de 3,9 à 4,2 ; elle donne de l'eau par calcination ; soluble dans l'acide chlorhydrique. Elle contient : urane, 94,76, oxygène, 5,24, eau x ; formule : $\text{Ur}^3 + x\text{Aq} = \text{Ur}^2\text{O}^3, x\text{HO}$.

B. Phosphates.

3^e Espèce : *Uranite (B.)*. *Autunite (Descloiz.)*.
Uranate de chaux. *Urane phosphaté*.

CARACTÈRES. — Substance qui se rencontre rarement en cristaux, mais le plus souvent en lames agglomérées, en petites masses flabelliformes, d'une couleur d'un beau jaune, avec un éclat nacré très-brillant ; sa densité varie de 3,05 à 3,2 ; sa dureté = 1,2, très-tendre et se laisse pulvériser aisément ; cristallise dans le système ortho-rhombique (forme

primitive : prisme rhomboïdal droit de $90^{\circ}, 43'$; donne de l'eau par calcination ; les acides azotique et chlorhydrique la dissolvent ; elle est composée de :

Acide phosphorique.	14,0	5
Oxyde d'urane.	59,0	2
Chaux.	5,8	1
Eau	21,2	8
	<hr/>	
	100,0	

Formule : $(\text{Ca}, \text{Ur}^2) \text{Ph}^5 + 8\text{Aq} = (\text{CaO}, 2\text{Ur}^2\text{O}^3) \text{PhO}^5, 8\text{HO}$.

L'uranite a été trouvée dans les trachytes, dans les gneiss, dans diverses roches feldspathiques, en France, près d'Autun et de Limoges, au Siebengebirge, en Bohême, en Russie, etc.

4^e *Espèce* : *Chalkolithe* (Beud.). *Kupfer-uranite*.
Torberite. *Phosphate d'urane et de cuivre*.

CARACTÈRES. — *Substance d'un vert émeraude ou d'un vert d'herbe*, en lames cristallines du système quadratique ; sa densité varie de 3,50 à 3,60 ; sa dureté = 2,5, fusible au chalumeau et soluble dans l'acide azotique ; elle est composée de : acide phosphorique, 14,4, oxyde d'urane 61,5, oxyde de cuivre 8,6, eau, 15,5. Formule $(\text{Cu} + 2\text{Ur}) \text{Ph}^5 + 8\text{Aq} = (\text{CuO}, 2\text{Ur}^2\text{O}^3) \text{PhO}^5, 8\text{HO}$. Elle a été trouvée en Cornouailles, près de Redruth ; en Saxe, à Schneeberg ; en Bohême, à Joachimstal.

C. Sulfates.

5^e *Espèce* : *Johannite*. *Urane sulfaté*.

Couleur vert d'herbe, cristallisant en prismes clino-rhombiques de 69° (à Joachimthal) : $\text{UrS} + \text{Aq} = \text{Ur}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^5, \text{HO}$.

6^e Espèce : *Medjidite*.

Sulfate double d'urane et de chaux (Ca, Ur²) S³ = (CaO, Ur²O³) SO³, HO.

D. Carbonates.

7^e Espèce : *Liebigite*.

Carbonate double d'urane et de chaux (Ca, Ur) C² = CaO, Ur²O³, CO², HO.

2^e Genre : *Dydime*. 3^e Genre : *Lanthane*. *Lanthanite* = LaO, CO² + 3HO.

Ces deux genres n'offrent rien d'important à signaler.

4^e Genre : *Cérium*.

Corps simple ou indécomposable, ayant pour formule Ce = 47,25.

Les composés de cérium, au feu d'oxydation du chalumeau, colorent les fondants en rouge à chaud ; à froid, la perle se décolore. Au feu de réduction, la perle se décolore également à chaud.

COMPOSÉS NATURELS DE CÉRIUM. — Le cérium forme un petit nombre d'espèces minérales, dont les principales sont : 1^o *Fluocérîte* ou fluorure de cérium = Ce³Fl⁴ ; 2^o *fluocérine* = Ce²Fl³ ; 3^o *yttrrocérîte* ou fluorure de cérium et d'yttria = (Ca, Ce Yt) Fl ; 4^o *cérîte* ou cérium oxydé siliceux = Ce Si + Aq ; 5^o *cérine* = 2 (Ce, fe) Si + AlSi ; 6^o *gadolinite* = (Yt, Ce, fe)³ Si + 3 Al Si ; 7^o *allanite* = 6 (Ce, fe, Ca) + AlSi³ ; 8^o *monazite* = (Ce, La, Th)³ Ph³.

Ces divers composés sont rares, ils n'ont été

signalés que dans quelques localités, à Brodbo, à Finbo, à Bastnaës, etc., en Suède et au Groënland.

A. Fluorures simples.

1^{re} Espèce : *Fluocérite*.

Substance d'un jaune rougeâtre ou rouge brique, poussière blanchâtre ou très-légèrement jaunâtre, se présente en petites masses compactes, en cristaux dérivant du prisme hexaèdre et en lamelles cristallines ; densité = 4,70 ; attaquable par les acides concentrés ; formule = Ce^3Fl^4 , composée : oxyde de cérium, 75 à 82 ; acide fluorhydrique de 10 à 16.

2^e Espèce : *Fluocérine*.

Substance d'un brun jaunâtre ou jaune, d'un éclat vitreux ou résineux, en petites masses compactes ou faiblement cristallines. Formule : Ce^2Fl^3 .

B. Fluorures multiples.

3^e Espèce : *Yttrocérite*.

Substance brune, blanche, grise ou bleu violacé, d'un éclat vitreux ou perlé, se présentant en masses terreuses ou compactes, rarement cristallines ; sa densité = 3,40 à 3,447 ; infusible au chalumeau, attaquable par les acides. Formule : (Ca, Ce, Yt) Fl.

C. Silicates.

4^e Espèce : *Cérite*. *Cérérite*. *Cérium oxydé siliceux rouge*.

Substance d'une couleur rose un peu violacée ou

brun rougeâtre, poussière blanc grisâtre, d'un éclat gras et presque adamantin ; densité = 4,6 à 4,9 ; dureté = 5,5 ; infusible au chalumeau, difficilement attaquant par les acides, composée de : silice = 19,7 ; oxyde de cérium = 68,8 ; eau = 11,5. Formule : (Ca, Ce, Yt) Fl.

5^e Espèce : *Cérine ou cérium oxydé siliceux noir.*

Substance d'un brun très-foncé, en masses cristallines ou en cristaux du système clino-rhombique ; densité = 3,77 à 3,80.

6^e Espèce : *Allanite.*

Couleur variant du brun foncé au brun jaunâtre, éclat métallique ou résineux, raie le verre, difficilement fusible au chalumeau.

7^e Espèce : *Gadolinite.*

Couleur variable du noir au brun verdâtre, éclat vitreux ou résineux ; densité = 4,28 à 4,35 ; dureté = 6 à 7 ; difficilement fusible au chalumeau, soluble en gelée dans les acides ; système clino-rhombique.

B. Phosphates.

8^e Espèce : *Monazite ou Mengite.*

Substance cristalline du système clino-rhombique, d'un éclat gras, faible et un peu nacré ; densité = 4,9 à 5, dureté = 5,5 ; infusible au chalumeau, mais fusible par les fondants ; attaquant par l'acide chlorhydrique.

5^e Genre : *Thorium*.

Corps simple ou indécomposable, ayant pour formule : $\text{Th} = 59,5$.

1^{re} Espèce : *Thorite (Berzélius) ou silicate de thorine*.

CARACTÈRES. — Substance amorphe, noire, à cassure conchoïde et à éclat résineux ; densité = 4,60 à 4,70 ; dans le matras, elle donne de l'eau et devient d'un rouge-brun ; infusible au chalumeau et soluble en gelée dans l'acide chlorhydrique. Formule : $\text{Th}^3\text{Si} + 3\text{Aq} = 3\text{ThO}, \text{SiO}^5, 3\text{HO}$.

ORANGITE (Bergemann). — Substance d'un jaune orangé, densité = 5,19 ; formule : $\text{Th}^3\text{Si} + 2\text{Aq} = 3\text{ThO}, \text{SiO}^5, 2\text{HO}$, c'est une variété de thorite.

La thorite a été trouvée à l'île de Lowen en Norvège ; l'orangite, à Langesundfiord, près de Brewig, en Norvège.

2^e Famille : **Aluminides**.

GENRES : ALUMINIUM. ZIRCONIUM. GLUCINIUM. MAGNÉSIUM. YTTRIUM. TERBIUM. ERBIUM.

1^{er} Genre : *Aluminium*.

Corps simple ou indécomposable, ayant pour formule : $\text{Al} = 14$.

Les composés d'aluminium ne colorent pas la flamme du chalumeau ; chauffés avec de l'azotate cobaltique, ils sont colorés en bleu.

COMPOSÉS NATURELS D'ALUMINIUM. — L'aluminium

forme un seul composé avec l'oxygène, c'est l'alumine ; il a beaucoup d'affinité pour le chlore, avec lequel il forme une seule combinaison ; il se combine avec le bore, le silicium et la plupart des métaux. L'alumine se trouve en grande abondance dans la nature, soit isolée, soit en combinaison avec les acides, principalement avec l'acide silicique ; elle entre dans la composition de divers matériaux, de différents produits industriels. Les minéraux qu'elle produit sont très-nombreux ; plusieurs d'entre eux se trouvent en masses considérables et dans un grand nombre de localités ; plusieurs de ces espèces minérales sont employées dans la bijouterie, dans les arts et dans l'industrie.

Les principaux composés naturels d'aluminium, sont :

A. Sesquioxyde anhydre ou alumine anhydre.

1° *Corindon* = $\text{Al}^3 = \text{Al}^2\text{O}^3$.

B. Sesquioxyde hydraté ou alumine hydratée.

2° *Diaspore* ou alumine monohydratée = $\text{Al}^3 + \text{Aq} = \text{Al}^2\text{O}^3, \text{HO}$; 3° *hydrargillite* ou gibbsite = $\text{Al}^3 + 3\text{Aq} = \text{Al}^2\text{O}^3 + 3\text{HO}$.

C. Fluorures.

4° *Cryolithe* ou fluorure double d'aluminium et de sodium = $2\text{AlF}^3 + 3\text{NaF}^2$; 5° *chiolite* = $\text{Al}^2\text{F}^3 + \text{NaF}$.

D. Aluminates.

6° *Spinelle* ou rubis spinelle (aluminate de magnésie) = $\text{MgAl}^3 = \text{MgO}, \text{Al}^2\text{O}^3$; 7° *gahnite* ou spinelle zincifère = $(\text{Zn}, \text{Mg}) \text{Al}^3$; 8° *cymophane* (aluminate de glucine) = $\text{GlAl}^3 = \text{GlO}, \text{Al} \text{O}^3$.

E. Phosphates.

9° *Amblygonite* = $2\text{LiPh}^5 + 4\text{Al}^3\text{Ph}^5 = 2 (\text{LiO}, \text{PhO}^5) + (4\text{Al}^2\text{O}^5, 2\text{PhO}^5)$; 10° *klaprothine* = $\text{Mg}, \frac{1}{2}\text{Al}^3) \text{Ph}^5 + \text{Aq} = (\text{MgO}, \text{Al}^2\text{O}^5) \text{PhO}^5, \text{HO}$; 11° *turquoise* ou *kalaïte* $2\text{Al}^2\text{O}^3, \text{PhO}^5, 5\text{HO}$; 12° *wavellite* = $3\text{Al}^3, 2\text{Ph}^5 + 12\text{Aq} = 3\text{Al}^2\text{O}^3, 2\text{PhO}^5, 12\text{HO}$; 13° *péganite* = $2\text{Al}^3, \text{Ph}^5, 6\text{Aq} = 2\text{Al}^2\text{O}^3, \text{PhO}^5, 6\text{HO}$; 14° *fischerite* = $2\text{Al}^3\text{Ph}^5 + 8\text{Aq} = 2\text{Al}^2\text{O}^3, \text{PhO}^5, 8\text{HO}$.

F. Sulfates.

15° *Alunogène* = $\frac{1}{2}\text{Al}^3\text{S}^5 + 6\text{Aq} = \text{Al}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3, 6\text{HO}$; 16° *alunite* = $\text{KS}^3 + 9\text{AlS} + 6\text{Aq} = \text{KO}, \text{SO}^3 + 3\text{Al}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3 + 6\text{HO}$; 17° *alun* = $\text{KS}^3 + 3\text{AlS} + 24\text{Aq} = \text{KO}, \text{SO}^3 + \text{Al}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3, 24\text{HO}$; 18° *alunite* ou *webstérite* = $\text{AlS} + 3\text{Aq} = \text{Al}^2\text{O}^3, \text{SO}^3 + 3\text{HO}$.

G. Silicates (1).

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES DES COMPOSÉS D'ALUMINIUM. — L'aluminium a été découvert en 1827, par Wöhler; mais ce n'est qu'en 1854 que M. H. Sainte-Claire-Deville l'a obtenu à l'état de pureté et a fait connaître les propriétés qui le placent parmi les métaux les plus utiles; il forme avec le cuivre des alliages importants (bronze d'aluminium) d'une couleur jaune et susceptibles d'un beau poli; ils contiennent de 5 à 10 d'aluminium et de 90 à 95 de cuivre. On en fait des couverts, des bougeoirs et des objets d'art.

L'aluminium s'obtient, dans les usines où l'on

(1) Voir au groupe des silicates.

fabrique ce métal, en décomposant le chlorure double d'aluminium et de sodium ; le docteur Percy l'a extrait, en 1855, de la cryolithe ou fluorure double d'aluminium et de sodium.

La préparation de l'aluminium, par les procédés perfectionnés par M. Morin, nécessite une grande consommation d'alumine, qui revient à meilleur marché que la cryolithe. La préparation industrielle de l'alumine repose essentiellement sur celle des aluminates alcalins. La matière qui sert de base à cette fabrication est la bauxite ou minerai de Baux, qui contient de 60 à 75 p. 0/0 d'alumine. C'est un hydrate d'alumine répandu dans les terrains tertiaires du Midi de la France et notamment aux environs de la commune des Baux, près d'Arles, de Tarascon ; on le trouve aussi dans le Var, en Calabre et au Sénégal.

La bauxite des Bouches-du-Rhône est intercalée dans les calcaires néocomiens, où elle forme une couche verticale de plusieurs mètres d'épaisseur ; elle est mélangée avec une proportion considérable d'oxyde ferrique (de 12 à 20 p. 0/0) ; elle contient de la silice, des traces d'oxyde chromique et d'acide vanadique.

Ce minéral a été considéré à diverses époques comme minerai de fer et comme minerai d'aluminium. On ne peut séparer le fer de l'alumine, lorsqu'on se propose d'obtenir l'aluminium, qu'en fondant le minéral avec du carbonate de soude et en traitant par l'eau la matière fondue : la dissolution contient de l'alumine et de la silice combinées avec la soude. (Voir notre *Guide pratique de chimie industrielle.*)

Les turquoises sont des mélanges de phosphates divers, bleuâtres ou verdâtres, qui contiennent comme base l'alumine, la chaux, les oxydes de fer,

de manganèse et de cuivre, intimement mélangés avec une certaine proportion d'argile ferrugineuse et de silice. Elles se présentent en rognons généralement très-petits, disséminés dans des argiles ferrugineuses ; celles employées dans la bijouterie proviennent de Mesched, en Perse, et de l'Arabie Pétrée. Leur couleur varie du vert au bleu ; elles sont susceptibles de recevoir un beau poli ; elles ne sont pas plus dures que l'apatite.

Les fausses turquoises que l'on trouve dans le commerce, sont taillées dans des dents de mammières fossiles et colorées en bleu par des matières organiques ou par du phosphate de fer. Elles se distinguent des turquoises véritables par leur couleur et par un poli moins beau ; en outre, elles sont complètement solubles dans l'acide chlorhydrique, tandis que les véritables pierres sont à peine attaquées par cet acide.

Les corindons hyalins sont tous susceptibles d'être taillés, ils fournissent à la bijouterie des pierres très-estimées par leur belle couleur, leur inaltérabilité et la vivacité de leur éclat ; leur prix est très-élevé, il varie avec la richesse du ton qu'elles offrent, il n'est pas rare que la valeur du rubis soit supérieure à celle du diamant.

Les corindons ont reçu des noms différents suivant la teinte qu'ils possèdent :

Le corindon incolore porte le nom de saphir blanc ; densité = 3,970 ;
dureté = 9.

- rouge cramoisi, rubis oriental ; densité = 3,909 ;
- rouge de rose, variété de rubis oriental ;
- bleu d'azur, saphir oriental, densité = 3,979 ;
- bleu indigo, saphir indigo ;
- violet, améthyste orientale ; densité = 3,921 ;
- jaune, topaze orientale ;
- vert, émeraude orientale ; densité = 3,949.

Presque tous les corindons hyalins employés en

bijouterie viennent de Pégu. Le corindon possède un éclat assez vif pour qu'on l'ait fait passer quelquefois pour du diamant dont il se distingue par sa dureté et sa densité. Le diamant pèse 3,520 et le corindon blanc 3,970 ; quand il est coloré, il pourrait être confondu avec l'émeraude (densité = 2,7), le spinelle (densité = 3,64), la topaze (densité = 3,4), le quartz hyalin, la tourmaline, mais la densité sera un caractère distinctif qui viendra s'ajouter aux caractères extérieurs qui ne trompent jamais un œil exercé.

Le spinelle est une pierre recherchée par les lapidaires ; quoique moins estimée que le corindon rouge qui est plus dur et a plus de feu, elle a une grande valeur ; lorsque ce minéral est taillé, on le fait quelquefois passer pour un rubis oriental dont il se distingue par sa densité et sa dureté (voir page 273, 1^{re} partie). Le spinelle comprend : le rubis spinelle, d'un rouge ponceau assez vif ; le rubis balais, d'un rouge violacé, rouge vinaigre, employés par les joailliers ; la candite, la ceylanite, le pléonaste qui n'ont pas d'usages en bijouterie.

L'alunite ou pierre d'alun est un sous-sulfate d'alumine combiné avec du sulfate potassique et de l'eau ; on l'exploite pour fabriquer l'alun. On l'a trouvée à la Tolfa, près de Civita-Vecchia, à Piombino en Italie et en quantité plus considérable en Hongrie, à Bereghszasz et à Muszag, au Montdore, etc. L'alunite est calcinée ou grillée dans des fours analogues à ceux destinés à cuire la pierre à plâtre ; par une exposition convenable à l'air, le minéral se désagrège et l'alun, devenu soluble, est séparé du restant de la masse par un lavage à l'eau chaude. On fabrique de l'alun au moyen de certaines terres ou argiles alunifères et au moyen des schistes alumineux.

Les argiles alunifères, légèrement calcinées et traitées par lixiviation, laissent dissoudre du sulfate d'alumine combiné avec une proportion notable de sulfate potassique.

En France, on fabrique l'alun avec un sulfate d'alumine artificiel (voir notre *Guide pratique de chimie industrielle*) ; mais en Angleterre et en Allemagne, la plus grande partie de l'alun du commerce s'extrait d'un schiste ardoisier alumineux, contenant plus ou moins de pyrites et de matières charbonneuses ou bitumineuses. On soumet les schistes alumineux à un grillage prolongé par tas et en plein air, la combustion est entretenue par les matières bitumineuses. L'acide sulfurique, produit par l'oxydation des pyrites, agit sur l'alumine et sur l'oxyde ferreux, en sorte qu'après le grillage, les tas contiennent de l'argile calcinée, de l'oxyde ferrique et des sulfates d'alumine et ferreux. On dissout ces sulfates dans l'eau et on produit les aluns livrés au commerce, en ajoutant à la dissolution du sulfate potassique ou ammoniacal, selon que l'on désire obtenir l'alun potassique ou l'alun ammoniacal. L'alun est très-employé dans les arts et particulièrement dans la teinture, dans la fabrication des laques, la préparation des peaux de mouton, le collage du papier, la clarification des liquides, etc. Avec certains silicates d'alumine, tels que les argiles et les kaolins, on fabrique un grand nombre de produits employés dans l'industrie ou appliqués aux usages domestiques, des poteries les plus diverses, des grès, des faïences, des porcelaines, des creusets, des moufles, des briques, des tuiles, etc.

CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. GISEMENTS. — Les corindons se trouvent dans les roches granitiques, les roches schisteuses métamorphiques (gneiss, mica-

schistes, dolomies) ou dans les alluvions qui proviennent de la destruction des roches qui composent ces terrains : on les trouve en Chine, au Thibet, dans l'Oural, en Suède, en Piémont.

On a trouvé le corindon dans les dolomies saccharoïdes métamorphiques, au Saint-Gothard, dans le Massachussets, en Pennsylvanie, dans l'État de New-York ; l'émeri a été trouvé aussi dans la dolomie, près d'Éphèse.

Les variétés hyalines qui fournissent les pierres fines se trouvent, en cristaux épars, au Pégu, à Ceylan, à Expailly, dans les environs de Puy. Les corindons, avec toutes leurs variétés, se trouvent à Victoria (Australie). L'émeri en poudre est d'un grand usage dans les arts pour polir les métaux, les glaces et les pierres fines ; on le trouve au milieu du mica-schiste et dans les calcaires ou dolomies saccharoïdes de l'île de Naxos, de Nicaria, de Samos. L'émeri le plus pur provient de l'île de Naxos ; on exploite un gîte assez important d'émeri impur auprès de Schwarzenberg en Saxe : des quantités considérables nous arrivent de l'Inde.

L'alumine hydratée (diaspore, gibbsite, hydrargyllite) se trouve dans plusieurs localités sous des aspects divers ; elle paraît se trouver fréquemment, soit dans les gisements de corindon, soit dans les roches anciennes ou dans les terrains de sédiments.

Le diaspore a été trouvé dans les terrains anciens de l'Oural, dans les roches serpentineuses de Schemnitz en Hongrie, dans les dolomies d'Éphèse et du Saint-Gothard. L'hydrargyllite forme des gîtes dans les schistes micacés de l'Oural, associée à la magnétite ; la gibbsite a été trouvée dans la mine de manganèse de Richemont (Massachussets). Les spinelles rouges et verts sont disséminés dans les granites, les gneiss et les roches amphiboliques ; les cristaux sont

surtout abondants dans les sables qui proviennent de la destruction de ces roches. Le spinelle noir se trouve particulièrement dans les terrains volcaniques, Somma, Puy-en-Velay, etc.

Les diverses espèces de phosphates d'alumine se trouvent en noyaux ou en rognons ou en cristaux dans les roches de différents âges ; la wavellite a été signalée à Bornstaple, dans le Devonshire ; à Amberg, dans le Palatinat ; à Villarica, au Brésil, etc., en petits noyaux arrondis, isolés ou soudés entre eux, à cassure fibreuse et radiée. La péganite forme des rognons dans le grès rouge en Saxe et en Russie ; l'amblygonite est un phosphate en masses lamelleuses et en cristaux disséminés dans le granite à Chursdorf, en Saxe ; enfin, la klaprothine se présente en petites masses amorphes et en cristaux à Werfen, dans le Salzburg ; à Krieglach, en Styrie ; dans la province de Minas-Géraès, au Brésil, etc.

Les sulfates d'alumine paraissent devoir leur origine à l'altération naturelle subie par certaines roches alumino-silicatées. Le sous-sulfate, ou webstérite, peut être considéré comme ayant été déposé par des eaux minérales ; on le trouve dans les environs de Hall (Saxe), dans le terrain crétacé de New-Haven (Sussex), dans les terrains tertiaires d'Auteuil (près Paris), de Lunel-Vieil (Gard), etc.

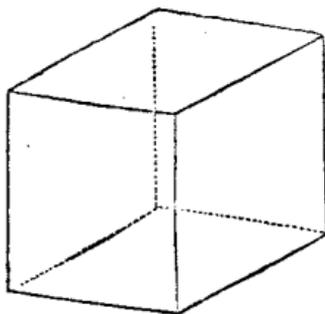
Le sulfate neutre se présente en houppes concrétionnées ou en fibres soyeuses sur les parois des galeries des mines, où l'on exploite des minerais pyriteux à gangue alumineuse, ou aux affleurements de certaines couches d'argile mélangées de pyrites.

A. Oxydes.

1^{re} *Espèce* : *Corindon. Alumine anhydre. Télésie. Spath adamantin. Saphir. Rubis.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le corindon est généralement transparent ou translucide, avec un éclat vitreux ; il présente des colorations très-variées ; quelquefois il est limpide et incolore, d'autres fois, limpide et coloré. Les variétés limpides et colorées sont connues sous le nom de pierres orientales ; selon qu'elles sont rouges, bleues, vertes, violettes ou jaunes, elles ont reçu le nom de rubis oriental, de saphir oriental, d'émeraude orientale, d'améthyste orientale ou de topaze orientale.

Fig 215.

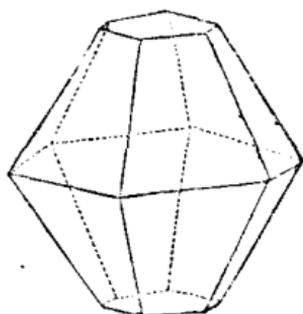


Le corindon possède la double réfraction à un axe négatif, son pouvoir réfringent est de 0,739 ; quelques cristaux sont dichroïques ; cassure conchoïdale ou inégale ; parfois lamelleuse ; réduit en poudre, il dégage, sous l'insufflation de l'haleine, une odeur argileuse très-prononcée ; quelquefois le corindon se présente à l'état pierreux avec une couleur variant du blanc bleuâtre au verdâtre, rougeâtre ou brun ; il existe aussi en masses cristallines, en masses gra-

nulaires et compactes d'un brun foncé avec une poussière grise, dans laquelle on peut distinguer, à la loupe, des grains bleus et d'autres rougeâtres (émeri).

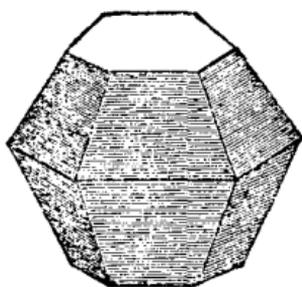
La densité du corindon est comprise entre 3,9 et 4 ; sa dureté = 9.

Fig. 216.



CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Cette espèce cristallise dans le système hexagonal (sous-système rhomboédrique) ; sa forme primitive est un rhomboèdre aigu de $86^{\circ}, 6'$ (fig. 215), il se clive facilement

Fig. 217.



parallèlement aux faces du rhomboèdre ; il existe aussi un clivage parallèlement à la base du prisme hexagonal.

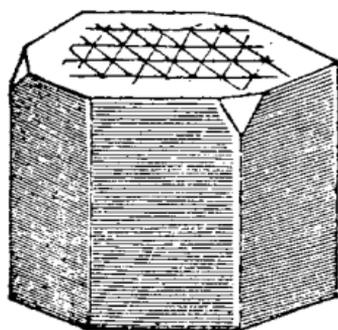
Les formes habituelles et dominantes des cristaux de corindon sont les rhomboèdres primitifs, ordinairement tronqués, les rhomboèdres cuboïdes, le

prisme hexagonal et les isoscéloèdres ou doubles pyramides à base hexagonale (fig. 216).

Les isoscéloèdres (fig. 216) sont allongés et fréquemment tronqués parallèlement à la base ; ils portent souvent sur leurs faces des stries régulières et très-marquées parallèles aux arêtes de l'hexagone qui leur sert de base commune (fig. 217).

Le prisme hexagonal se trouve fréquemment, surtout dans les variétés pierreuses ; il porte assez souvent des facettes du rhomboèdre ; la base de ces cristaux est en général striée et chatoyante (fig. 218). Sur une face polie, on remarque presque toujours

Fig. 218.



le phénomène de l'astérie, qui montre une étoile blanchâtre à six rayons dirigés perpendiculairement aux côtés de la base hexagonale. On peut distinguer quatre variétés dans le corindon :

1° Le corindon hyalin ou télésie (saphir) comprenant tous les corindons transparents ou translucides, incolores ou diversement colorés (gemmes ou pierres orientales) ;

2° Le corindon adamantin ou harmophane, comprenant les variétés à structure lamelleuse, à cassure rhomboïdale, couleurs plus ternes que les précédentes ; ils sont tantôt prismatiques, à base hexa-

gonale, tantôt bipyramidaux et fusiformes (Indes, Thibet, Chine) ;

3° Le corindon compacte, gris ou noir, opaque, terreux (à Mozzo, dans le Piémont) ;

4° Le corindon ferrifère ou émeri, à texture grenue ou presque compacte, brun, rouge ou bleuâtre, mélangé d'oxyde ferrique.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le corindon est complètement inattaquable par les acides azotique et chlorhydrique, attaquable en partie par l'acide sulfurique concentré ; au rouge vif, les carbonates alcalins et la potasse le transforment en aluminate. Seul, il est infusible et inaltérable au chalumeau ; avec les fondants, il se convertit en un verre transparent et incolore ; avec la solution cobaltique, on obtient la coloration bleue propre à l'alumine.

Le corindon hyalin très-pur est formé de :

Aluminium.	53,27
Oxygène.	46,73
	<hr/>
	100,00

Formule : $\text{Al}^3 = \text{Al}^2\text{O}^3$.

B. Oxydes hydratés.

2° Espèce : *Diaspore. Stéphanite. Alumine monohydratée.*

CARACTÈRES. — Le diaspore se présente en cristaux, en masses cristallines ou bacillaires, d'une couleur blanche, gris perlé tirant un peu sur le verdâtre ; souvent aussi ces masses cristallines sont jaunes ou rouges à cause de la présence de l'oxyde de fer ; sa densité = 3,43 ; il est très-fragile, raie le verre, sa dureté = 6 ; il cristallise dans le système ortho-rhombique, sous la forme primitive d'un prisme rhomboïdal droit d'environ 130°, avec un

clivage facile parallèlement aux diagonales des bases, ce qui lui donne une structure et une cassure lamelleuses.

Ce minéral est inattaquable aux acides ; au chalumeau, il est infusible et dégage de l'eau ; il est composé de :

Alumine..	85
Eau.	15
	<hr/>
	100

Formule : $Al^5 + Aq = Al^2O^3, HO.$

3^e Espèce : *Hydrargillite. Gibbsite. Bauxite.*
Alumine hydratée.

CARACTÈRES. — Substance ordinairement d'une couleur blanc verdâtre, ou blanc rougeâtre, translucide ou transparente en lames minces, d'un éclat vitreux, lorsqu'elle est cristallisée ; sa densité = 2,3 à 2,4 ; sa dureté = 3 à 4 ; infusible au chalumeau, attaquant difficilement à chaud par les acides chlorhydrique et sulfurique.

La variété dite hydrargillite cristallise dans le système clino-rhombique.

	Gibbsite pure.	Gibbsite imp.	Bauxite.	Rapports.	
Alumine . . .	64	53,62	52,00	0,2422	4
Ox. ferrique .	•	8,35	27,60	•	
Silice.	•	33,10	•	•	
Eau.	36	4,23	20,40	0,1813	3
	<hr/>	<hr/>	<hr/>		
	100	99,30	100,00		

Formule : $Al^5 + 3Aq = Al^2O^3, 3HO.$ Formule : $Al^2O^3, 2HO.$

C. Fluorures.

4^e Espèce : *Cryolithe (d'Andrada). Alumine fluatée alcaline (H.). Fluorure alumino-sodique.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La cryolithe est généralement blanche ou d'un blanc laiteux, rarement

colorée en jaune ou en rougeâtre ; son aspect rappelle celui de la bougie stéarique ; son éclat est demi-vitreux et demi-perlé ; sa cassure est lamelleuse et esquilleuse ; sa densité = 2,963, sa dureté = 2,5 ; sa structure est laminaire avec trois clivages faciles perpendiculaires entr'eux ; elle possède deux axes de double réfraction (Descloizeaux), son système de cristallisation semble appartenir à l'un des systèmes à base oblique.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La cryolithe est très-facilement fusible, elle fond à la simple flamme d'une bougie ; elle est attaquée en très-peu de temps et complètement par l'acide sulfurique concentré, avec dégagement de vapeurs d'acide fluorhydrique ; elle ne l'est pas sensiblement par les acides azotique et chlorhydrique étendus ; elle est composée de :

Aluminium . . .	12,55	2
Sodium	33,10	3
Fluor	54,35	12
	<hr/>	
	100,00	

Formule : $\text{Al}^2\text{Na}^3\text{Fl}^{12}$, ou $\text{Al}^2\text{Fl}^6 + \text{Na}^3\text{Fl}^6 = 2\text{AlFl}^3 + 3\text{NaFl}^2$.

GISEMENTS. USAGES. — La cryolithe se trouve en veines assez puissantes dans le gneiss, au Groënland occidental, à la baie d'Arksut, associée à la galène, à la pyrite, à la sidérose et à la cassitérite. On l'a trouvée aussi à Miask, dans les monts Ourals, avec la chiolithe, dans un granite contenant de la fluorine, de la topaze, etc. ; à Ivigtut, en Danemarck. La chiolithe ($\text{Al}^2, \text{Fl}^3 + \text{NaFl}$) fond encore plus aisément que la cryolithe ; sa densité varie de 2,7 à 3.

La cryolithe est employée pour la fabrication de l'aluminium ; on l'emploie aussi dans les savonneries pour la préparation des lessives alcalines.

D. Aluminates.

5^e *Espèce* : *Spinnelle*. Alumine magnésinée. Aluminate de magnésie. Rubis spinelle. Rubis balais. Ceylanite. Candite. Pléonaste.

Variétés désignées comme espèces : Chlorospinnelle (vert d'herbe). Hercynite. Houghite. Volknerite.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le spinelle a une couleur très-variable, il est rarement incolore, il est presque toujours coloré en rouge, en rose, en bleu, en vert ou en noir, avec un éclat vitreux très-vif, avec une transparence qui passe par différents degrés, pour se rapprocher de l'opacité; il possède la simple réfraction; son indice = 1,812; sa cassure est conchoïdale; sa dureté = 8, il n'est rayé que par la cymophane, le corindon et le diamant; sa densité varie de 3,5 à 3,7.

On distingue plusieurs variétés de spinelle, établies d'après leurs caractères extérieurs et leur composition, ce sont :

1° Les spinelles rouges, colorés par une petite quantité d'acide chromique, qui comprennent le rubis spinelle, d'un rouge ponceau assez vif et le rubis balais, d'un rouge violacé ou rose, ou d'un rouge jaunâtre;

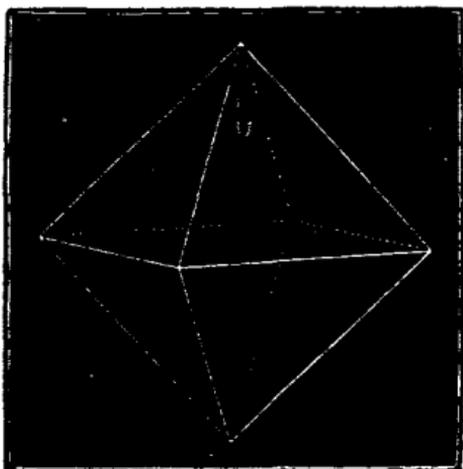
2° Les spinelles bleus, contenant de 3 à 4 p. 0/0 d'oxyde ferreux;

3° Les spinelles verts, mêlés d'une petite quantité de magnésie (chlorospinnelle);

4° Les spinelles noirs, qui sont les plus riches en fer, comprenant : la candite d'un noir foncé, cristallisant en octaèdres réguliers; la ceylanite, en cristaux octaèdres opaques, d'un vert foncé ou vert noirâtre; le pléonaste, d'une couleur noire, cristal-

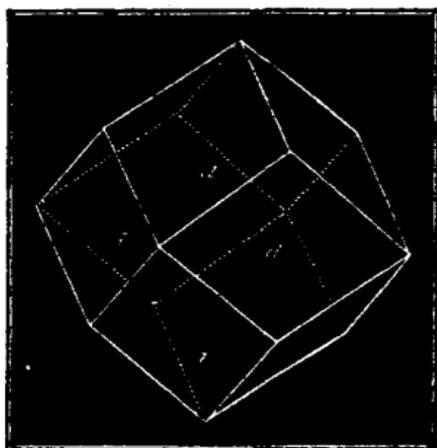
lisant en dodécaèdre rhomboïdal ; la gahnite ou spinelle zincifère, d'un noir bleuâtre ou verdâtre, ou d'un noir de velours.

fig. 219.



CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le spinelle cristallise dans le système cubique ; les formes qu'af-

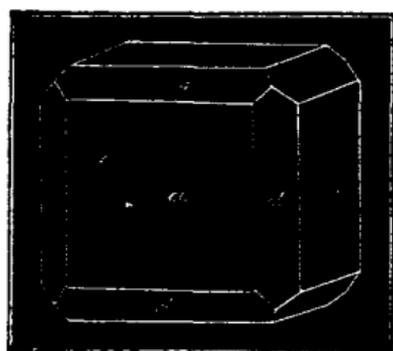
Fig. 220.



fectent les cristaux de ce minéral sont l'octaèdre régulier (fig. 219) et le dodécaèdre rhomboïdal

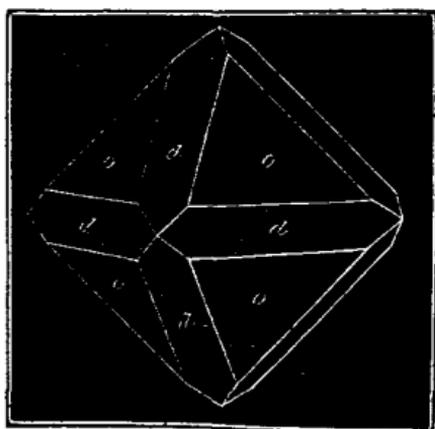
(pléonaste) (fig. 220) ; les formes simples dérivées sont l'octaèdre symétrique ou cunéiforme, l'octaèdre émarginé (fig. 221-222), ou passage de l'octaèdre

Fig. 221.



régulier au dodécaèdre rhomboïdal ; le dodécaèdre rhomboïdal tronqué sur ses angles trièdres par les facettes de l'octaèdre et sur ses angles tétraèdres par celles du trapézoèdre (uniternaire).

Fig. 222.

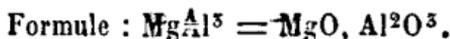


Les cristaux du spinelle sont simples ou bien réunis par transposition, suivant une des faces de l'octaèdre ; des clivages peu sensibles se montrent parallèlement aux faces de l'octaèdre régulier.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le spinelle est infusible au chalumeau ; par l'action seule de la chaleur, il n'éprouve que des changements dans sa couleur : le rouge se rembrunit, noircit, devient opaque ; mais, en se refroidissant ou par transparence, il paraît d'un beau vert de chrome, puis devient incolore et enfin reprend sa teinte rouge. Le pléonaste, à un feu très-ardent, prend la couleur bleue des scories vitreuses. Avec le borax et le sel de phosphore, il se dissout en un verre transparent, avec les couleurs caractéristiques du fer ou du chrome ; enfin, le spinelle est inattaquable par les acides.

Dans ces minéraux, l'alumine joue le rôle d'acide ; les bases sont la magnésie, l'oxyde ferreux, l'oxyde zincique, rarement la chaux, quelquefois un peu d'oxyde manganoux. Les sesquibases sont, outre l'alumine, l'oxyde ferrique, l'oxyde chromique et manganique. Les spinelles ne sont pas, à vrai dire, une espèce minérale, mais c'est plutôt une famille d'espèces dont le type est celui que nous venons de décrire ; ces espèces sont rapprochées par leur composition chimique et par leur forme cristalline.

	Rubis spinelle (Ceylan).	Spinelle bleu d'Aker.	Pléonaste de l'Oural.	Ceylanite.	Chloro- spinelle (Oural).
Alumine.	67,01	68,94	65,27	65,0	57,34
Magnésie	26,24	25,72	47,58	43,0	29,49
Oxyde ferreux.	0,71	3,49	43,97	46,5	•
Oxyde ferrique.	•	•	•	•	14,77
Ox. chromique.	4,10	•	•	•	•
Silice.	2,02	2,25	2,50	2,0	•
Oxyde de cuivre.	•	•	•	•	0,62
Chaux.	•	•	•	2,0	•



GISEMENTS. — Le spinelle rouge contient surtout de l'alumine, de la magnésie et de l'oxyde chromique ; il contient parfois des traces d'oxyde manganique qui lui donne une coloration violacée.

Les spinelles employés en bijouterie nous arrivent de l'Orient, notamment de Ceylan et de l'empire Birman, déjà débarrassés de leurs gangues. On les trouve dans les roches cristallines ou cristallo-phylliennes, principalement dans le gneiss, le mica-schiste, les calcaires et les dolomies saccharoïdes qui leur sont subordonnés. On en trouve de très-petits cristaux dans les sables stannifères de la côte de Piriac en Bretagne.

Le spinelle blanc ou bleu violacé a pour base dominante la magnésie; sa couleur semble tenir à la présence du fer, qui s'y trouve à la fois au maximum et au minimum d'oxydation; il se trouve en grand nombre aux Etats-Unis, dans une gangue calcaire, à la Somma, sur les bords du lac Laach.

Les spinelles noirs contiennent le fer à un seul état d'oxydation; leur poussière est d'un vert plus ou moins foncé; on les trouve en petits cristaux, soit superficiels, soit empâtés dans la gangue ou en cristaux disséminés dans des schistes presque toujours chloriteux. Les spinelles, particulièrement les variétés noires, se rencontrent aussi parfois en masses granulaires un peu lamelleuses.

Le spinelle rubis occupe un des premiers rangs parmi les gemmes précieuses; on le taille ordinairement en brillant à degrés, à petite table et haute culasse. Le plus estimé est celui qui possède une couleur d'un rouge vif.

Les spinelles noirs se trouvent à Ceylan, à Sparta, Franklin, Amity, dans l'Amérique du Nord, en Bohême, en Tyrol, dans les terrains volcaniques du Puy-en-Velay, au pied de la colline de Montferrier et au Vésuve, etc.

6° *Espèce : Cymophane. Chrysoberil (W.). Chrysolite orientale. Aluminate de glucine. Alexandrite.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La cymophane est tantôt d'un vert jaunâtre pâle, parfois presque jaune, d'autre fois elle est d'un vert foncé, avec des nuances bleuâtres. Elle est souvent transparente, quelquefois seulement translucide, parfois elle est presque opaque par suite de l'intensité de la coloration. Quand elle est transparente, elle a, outre son éclat vitreux, un aspect particulier, elle présente des reflets laiteux et des lueurs opalines; elle est souvent dichroïte; quand on la regarde par transparence, elle paraît verte dans un sens et rouge dans un autre; elle possède la double réfraction positive à deux axes.

La densité de la cymophane varie de 3,689 à 3,733; sa dureté = 8,5; elle raie la topaze et le spinelle; sa cassure est conchoïdale et vitreuse.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La cymophane cristallise dans le système ortho-rhombique; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $119^{\circ},51'$, dans lequel le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{1}{5}$.

Les principales formes simples sont :

La cymophane hexagonale, résultant d'une modification parallèle à la petite diagonale du prisme; des tronçatures sur chacune des arêtes horizontales de la variété hexagonale, conduisent à la cymophane annulaire.

Ce minéral se présente fréquemment en cristaux maclés; on y voit des macles par transposition, provenant de deux cristaux de la variété hexagonale dont l'un aurait tourné, par rapport à l'autre, d'environ 60 degrés autour d'un axe perpendiculaire à

la base. Les stries parallèles aux faces latérales font reconnaître la position des deux individus.

On trouve aussi des macles qui résultent de l'entrecroisement, sous des angles de 60° de trois cristaux superposés.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La cymophane est inattaquable aux acides; seule, elle est infusible au chalumeau; avec le borax et le sel de phosphore, elle donne un verre transparent; sa poussière chauffée, après l'avoir humectée d'azotate cobaltique, devient d'une belle couleur bleue, sans se fondre.

Ce minéral est composé :

	Du Brésil.	De Haddam.	Oxyg.	Rapports.
Alumine	78,10	76,99	35,96	3
Glucine.	17,94	18,88	11,04	1
Oxyde ferrique. . .	4,46	4,12	•	
Oxyde chromique .	traces.	•	•	
	<u>100,50</u>	<u>99,99</u>	•	

Formule : $6Al_2O_3 = 6AlO, Al_2O_3$, ou $6Al_2O_3, 3Al_2O_3$.

La variété d'un vert émeraude ou d'un vert d'herbe (alexandrite) est colorée par une petite quantité d'oxyde chromique.

GISEMENTS. — La cymophane a été trouvée en cristaux disséminés dans le granite, le gneiss, le micaschiste ou en cristaux ou grains roulés dans des sables provenant de la désagrégation de ces mêmes roches, à Ceylan, Bornéo, au Brésil, à Haddam en Connecticut; en Allemagne, en Sibérie, aux monts Ourals, etc.

F. Phosphates.

7^e Espèce : *Amblygonite* (Breith.).

CARACTÈRES.—Substance en cristaux ou en masses lamelleuses, transparentes, blanches ou verdâtres,

soluble dans les acides; densité = 3, dureté = 6; fusible sur le charbon, composée de : acide phosphorique 54,12, alumine 38,96, lithine, 6,92; formule $2\text{LiPh}^5 + 4\text{Al}^5\text{Ph}^5 = 2(\text{LiO}, \text{PhO}^5) + 4\text{Al}^2\text{O}^5, 2\text{PhO}^5$.

8^e Espèce : *Klaprothine (B.). Voralite. Feldspath bleu.*

CARACTÈRES. — Substance amorphe ou cristalline d'un beau bleu qui disparaît par la calcination, donne de l'eau par l'action du chalumeau, se boursouffle et ne fond pas; difficilement attaquable par les acides, cristallise dans le système ortho-rhombique : c'est un phosphate d'alumine et de magnésie correspondant à la formule $(\text{Mg}, \text{Al}^5)\text{Ph}^5 + \text{Aq} = (\text{MgO}, \text{Al}^2\text{O}^5)\text{PhO}^5, \text{HO}$.

9^e Espèce : *Turquoise. Kalaïte.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La turquoise est d'un bleu d'azur plus ou moins verdâtre; sa coloration se modifie à l'air, surtout si on la fait passer souvent d'un lieu sec à un lieu humide. Sa cassure est conchoïdale et inégale, elle est à peine transparente, même sur les bords minces; elle est rayée par le quartz et raie le verre; elle n'est jamais cristallisée, elle se rencontre en masses amorphes ou en petits mamelons.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La turquoise est un phosphate d'alumine contenant presque toujours un peu de chaux, de magnésie, de fer et coloré par le cuivre.

Acide phosphorique.	31,50	32,40
Alumine	43,45	40,45
Chaux	0,55	"
Oxyde de fer.	1,70	1,10
Oxyde de manganèse	0,15	"
Oxyde de cuivre.	2,65	3,60
Eau.	19,15	20,80
	<hr/>	<hr/>
	99,15	98,35

Formule : $2\text{Al}^2\text{O}^3, \text{PhO}^5, 5\text{HO}$.

Elle est infusible au chalumeau; dans le tube, elle donne de l'eau, et colore la flamme en vert; avec le borax, elle donne les réactions du fer et du cuivre; dans les acides, elle est soluble sans effervescence et sans résidu. M. Petiteau exploite des gisements de turquoise, vieille roche, dans l'Arabie Pétrée.

USAGES. — On doit distinguer deux sortes de turquoises :

1° La turquoise dite vieille roche ou orientale, employée en bijouterie; elle n'a pas une grande valeur quoique assez estimée comme bijou; on la taille en cabochon, on la monte souvent avec un entourage de petits diamants ou de rubis;

2° La turquoise, nouvelle roche ou odontolithe, est du phosphate de chaux des os ou d'ivoire, coloré par des infiltrations cuivreuses, qui lui ont donné la nuance de la turquoise; on la trouve dans l'Oural, en Suisse, et en France dans le département du Gers.

10° *Espèce* : *Wavellite*. *Lasionite* (Fuchs). *Devonite* (Thom.). *Variscite* (Brei.).

Variétés : *Peganite*, substance verte = $2\text{Al}^2\text{O}^3, \text{PhO}^5, 6\text{HO}$; *Fische-rite* verte = $2\text{Al}^2\text{O}^3, \text{PhO}^5, 8\text{HO}$.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La wavellite est une substance grisâtre, blanche, verte ou jaune avec

toutes les gradations de nuances intermédiaires, d'un éclat vif et nacré; sa densité = 2,3 à 2,35; sa dureté = 3,5; elle se présente en aiguilles très-fines qui sont des prismes ortho-rhombiques de $126^{\circ}, 25'$; en général, elle tapisse les fentes de certaines roches schisteuses où elle forme des mamelons sphériques hérissés de petits cristaux, ce qui donne à sa surface un aspect velouté.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La wavellite, au chalu-meau se gonfle et blanchit sans se fondre; elle est soluble dans les acides sans effervescence; la plupart des échantillons laissent dégager de l'acide fluorhydrique quand on les attaque par l'acide sulfurique concentré.

Cette espèce est principalement composée d'acide phosphorique, d'alumine et d'eau dans des rapports qui conduisent à la formule $3Al^3, 2Ph^5 + 12Aq = 3Al^2O^5, 2PhO^5, 12HO$; en outre on y a constaté un peu de fluor, de chaux et d'oxyde de fer et de manganèse.

Acide phosphorique	35,12	33,40	34,65
Fluor.	•	2,10	1,78
Alumine.	37,20	35,35	36,39
Chaux.	•	0,60	•
Oxydes de fer et de manganèse.	•	1,10	1,20
Eau.	27,00	26,35	25,50
	<u>99,32</u>	<u>98,90</u>	<u>99,52</u>

Le fluor paraît s'y trouver à l'état de fluorure d'aluminium.

La péganite et la fischerite ont une structure en lamelles cristallines, qui diffère de la structure fibreuse de la wavellite, elles appartiennent au système ortho-rhombique; la fischerite affecte des formes hexagonales qui dérivent d'un prisme ortho-rhombique de $118^{\circ}, 32'$.

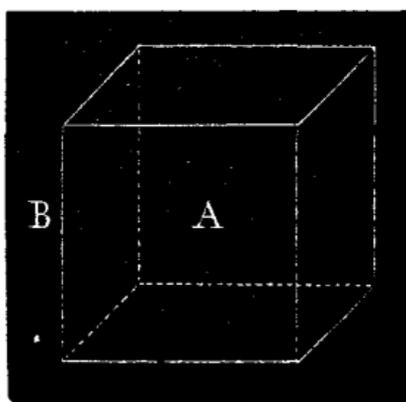
Le callaïs est un phosphate d'alumine hydraté découvert par M. Damour, parmi les substances travaillées que l'on trouve dans les tombeaux celtiques.

F. Sulfates.

11^e Espèce : *Alun. Alumine sulfatée alcaline (H.). Sulfate d'alumine et de potasse.*

CARACTÈRES. — L'alun naturel présente les mêmes propriétés que l'alun des laboratoires ; il est soluble et cristallise dans le système cubique ; il se trouve parfois avec l'alunite, il se forme sur les parois des galeries de certaines mines par la réaction des sul-

Fig. 223.



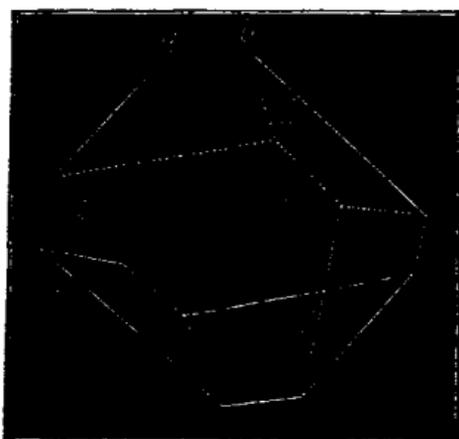
fures métalliques. Les fig. 223, 224, 225, 226 représentent des formes de l'alun.

L'alun est un sulfate double d'alumine et d'une base alcaline, la potasse, la soude ou l'ammoniaque cristallisant avec 24 équivalents d'eau. L'alumine peut être remplacée par un oxyde isomorphe, l'oxyde ferrique, manganique ou chromique, pour former des aluns ferrique, manganique ou chromique.

Les diverses variétés ou espèces d'alun naturel sont :

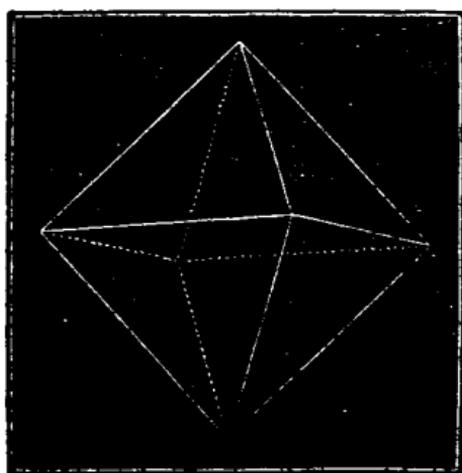
1° L'alun potassique $\text{Al}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3 + \text{KO}, \text{SO}^3, 24\text{HO}$,
qui se forme le plus communément ;

Fig. 224.



2° L'alun sodique $\text{Al}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3 + \text{NaO}, \text{SO}^3, 24\text{HO}$;
3° L'alun ammoniacal $\text{Al}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3 + \text{AzH}^3, \text{HO},$
 $\text{SO}^3, 24\text{HO}$;

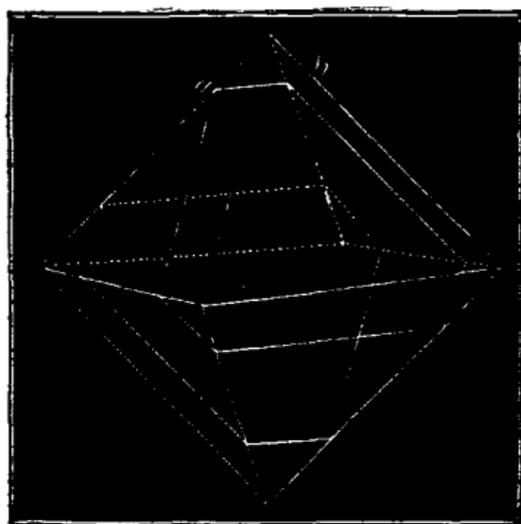
Fig. 225.



4° L'alun magnésien ou pitkéringite $\text{Al}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3$
 $+ \text{MgO}, \text{SO}^3, 24\text{HO}$;

5° L'alun manganésien ou apjohnite Al^2O^3 , 3SO^3 + MnO , SO^3 , 24HO ;

Fig. 226.



6° L'alun ferreux ou halotrichite Al^2O^3 , 3SO^3 + FeO , SO^3 , 24HO .

12° *Espèce* : *Alunogène* (Beud.). *Sulfate neutre d'alumine*. *Haarsalz* (W.). *Alun de plume*.

CARACTÈRES. — Substance en houppes concrétionnées, en fibres déliées, astringente, soluble dans l'eau; elle se trouve dans les solfatares, à la surface des roches pyriteuses et dans les argiles qui accompagnent les lignites.

Ce sel, s'il se trouvait en abondance, aurait une grande importance, puisqu'il suffirait d'y ajouter du sulfate de potasse pour avoir l'alun potassique. Du reste, le sulfate d'alumine a pris une plus grande importance depuis qu'il remplace, en partie, l'alun dans la teinture, formule : Al^2O^3 , 3SO^3 , 6HO .

13^e *Espèce* : *Alunite. Pierre d'alun. Alumine sous-sulfatée alcaline.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'alunite se présente le plus souvent en masses concrétionnées, mamelonnées et cariées, plus rarement en masses cristallines fibreuses, de coloration jaunâtre ou brùnâtre ; dans les cavités ou à la surface extérieure se montrent de petits cristaux, sa densité varie de 2,694 à 2,752 ; elle raie le calcaire, sa dureté = 3,5, sa cassure est inégale, rarement conchoïdale ; son éclat est très-faible et vitreux ; elle n'est jamais transparente.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'alunite cristallise dans le système rhomboédrique ; sa forme dominante est un rhomboèdre aigu de 89°,10', présentant un clivage très-net parallèlement aux bases.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Elle est insoluble dans l'eau, mais soluble dans les acides sans résidu ni effervescence ; elle donne de l'eau par calcination ; au chalumeau, décrépité sans se fondre, dégage de l'acide sulfureux, et devient en partie soluble dans l'eau, en donnant de l'alun et de l'alumine.

L'alunite contient du sous-sulfate d'alumine, du sulfate de potasse et de l'eau, dans des proportions qui ne sont pas parfaitement définies, qui peuvent se rapporter à peu près à la formule $KO, SO^5 + 3Al^2O^3, 3SO^3, 6HO$.

	Alunite cristallisée, de Beregszozs.		Oxyg.	Rapports.
Alumine.	39,65	26,00	12,10	9
Potasse.	10,02	7,30	1,24	1
Acide sulfurique. .	35,49	27,00	16,00	12
Eau	14,83	8,20	7,10	6
Quartz.	»	26,30	•	
Oxyde de fer . . .	»	4,00	•	

14^e Espèce : *Aluminite. Webstérite.*

CARACTÈRES. — L'aluminite est une substance blanche, tendre, douce au toucher, happant à la langue, non cristallisée, qui se présente en veines, en nodules, en masses tuberculeuses et mamelonnées, quelquefois oolithiques ou terreuses dans les argiles tertiaires (Vanvres, Auteuil, Webster en Angleterre); elle est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide azotique, sans effervescence; sa densité = 1,7, sa dureté = 1; elle a un aspect analogue à la craie. Au chalumeau, l'aluminite dégage de l'acide sulfureux.

2^e Genre : *Zirconium.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Zr = 33,5$.

COMPOSÉS NATURELS DE ZIRCONIUM. — Le zirconium forme un petit nombre de composés, dont la plupart sont rares et de composition très-complexe; ce sont :

1^o *Zircon* ou silicate de zircone $ZrSi = Zr^2O^5, SiO^5$, (voir page 73); 2^o *malakon* ou malacone, contenant, outre les éléments du zircon, une faible proportion d'yttria, de chaux, de magnésie, d'oxyde de fer et d'eau; 3^o *æschynite*, d'un noir foncé, composé de zircone, d'yttria, de chaux, d'oxyde de fer et de cérium, avec des acides titanique et tantalique; 4^o *polymignite*, titanate de zircone, d'yttria et d'oxyde de fer, d'un noir de fer foncé, à poussière brune.

5^e Genre : *Glucinium.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Gl = 7$.

COMPOSÉS NATURELS DE GLUCINIUM. — Le glucinium n'a été trouvé que dans un petit nombre de silicates dont les principaux sont :

1° *Émeraude* (voir page 18); 2° *euclase* (page 22); 3° *phénakite* = GlSi , minéral vitreux, incolore, jaune ou rose pâle, densité = 2,98, dureté = 7,5 à 8, cristallisant dans le système hexagonal; 4° *cymophane* ou aluminate de glucine.

4^e Genre : *Yttrium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Yt} = 32$.

COMPOSÉS NATURELS D'YTTRIUM. — L'yttrium entre dans la composition d'un certain nombre d'espèces minérales rares, qui ne se rencontrent que dans un petit nombre de localités, en Suède, en Norvège, etc., les principales sont :

A. Fluorure.

1° *Yttrocérite* (Yt, Ce, Ca) Fl^2 .

B. Phosphate.

2° *Xénotime* ($\text{Yt}^3\text{Ph} = 3\text{YtO, PhO}^5$), jaune, densité = 4,45 à 4,60, dureté = 3,5 à 4; 2^e système.

C. Tantalates et titanates.

3° *Yttrotantalite* ($2\text{YtTa} = 2\text{YtO, TaO}^2$), jaune, brun, noir, densité = 5,4 à 5,88;

4° *Fergusonite* (Yt, Ce)⁴ $\text{Ta} = 4 (\text{YtO, CeO}) \text{TaO}^2$, brun presque noir, densité = 5,84;

5° *Euxénite* Ni Ti (Yt, Ca, Co), brun foncé, densité = 4,60;

D. Silicates.

6° *Gadolinite* (Yt, Fe, Ce) Si, noir, éclat résineux, densité = 4,15 à 4,24. (Voir pour ces espèces : genre cérium, page 391).

5° Genre : *Magnésium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Mg = 12$.

Les sels de magnésie ne colorent point la flamme du chalumeau ; lorsqu'on les chauffe, ils perdent leur acide et laissent de la magnésie qui, chauffée avec l'azotate cobaltique, prend une teinte d'un rose très-pâle.

COMPOSÉS NATURELS DU MAGNÉSIUM. — Le magnésium forme un assez grand nombre de minéraux, quelques-uns sont rares, d'autres au contraire sont assez communs et forment, en certains endroits, de véritables couches.

La magnésie entre en outre dans la composition d'un nombre considérable de silicates.

Les principales espèces minérales magnésiques, en n'y comprenant pas les silicates des 3° et 6° groupes, sont :

A. Oxydes.

1° *Périclase*, magnésie anhydre = MgO ; 2° *brucite*, magnésie hydratée = $Mg Aq = MgO, HO$.

B. Carbonates.

3° *Giobertite* ou carbonate de magnésie = $MgC^2 = MgO, CO^2$; 4° *hydromagnésite* = $MgC^2 + Mg Aq^2 = MgO, CO^2 + MgO^2, 2HO$; 5° *dolomie* = $MgC^2 + CaC^2 = MgO, CO^2 + CaO, CO^2$.

C. Phosphate.

6° *Wagnérite* = $\text{MgFl} + 3\text{MgPh}^5 = \text{MgFl} + 3\text{MgO}, \text{PhO}^5$.

D. Sulfates.

7° *Kieserite* = $\text{MgS}^5 + \text{Aq} = \text{MgO}, \text{SO}^5, \text{HO}$;

8° *epsomite* = $\text{MgS} + 6\text{Aq} = \text{MgO}, \text{SO}^5, 6\text{HO}^5$

9° *astrakanite* = $\text{MgS}^5 + \text{NaS}^5 + 4\text{Aq} = \text{MgO}, \text{SO}$;
 $+ \text{NaO}, \text{SO}^5, 4\text{HO}$.

E. Borates.

10° *Boracite* = $\text{Mg Bo}^4 = \text{MgO}, 4\text{BoO}^5$ ou $\text{Mg}^5 \text{Bo}^4 = 3\text{MgO}, 4\text{BoO}^5$; 11° *hydroboracite* = $3\text{MgO}, 4\text{BoO}^5, 3\text{HO}$;

F. Silicate.

12° *Magnésite* = $\text{Mg Si}^5 + 2\text{Aq} = \text{MgO}, \text{SiO}^5, 2\text{HO}$.

G. Chlorures.

13° *Carnallite* ou chlorure-magnésio potassique = $2\text{Mg Cl} + \text{KCl} + 12\text{HO}$; 14° *Tachydrite* = $2\text{Mg Cl} + \text{CaCl} + 2\text{HO}$.

A. Oxydes.

1^{re} *Espèce* : *Périclase (Schacci)*. *Magnésie native anhydre*.

CARACTÈRES. — Substance cristallisée en octaèdres, d'un vert foncé, trois clivages, conduisant au cube, sa dureté = 6, sa densité = 3,75 ; infusible au chalumeau, après porphyrisation, soluble dans les acides azotique et chlorhydrique étendus, se trouve en petits cristaux dans la dolomie de la Somma.

2^e Espèce : *Brucite* (Beud.). *Magnésie native hydratée.*

CARACTÈRES. — La brucite se trouve en petites lamelles blanches et nacrées, en veinules dans des roches serpentineuses ; elle est tendre, douce au toucher, sa dureté = 1,5, sa densité = 2,35 ; elle est infusible et soluble dans les acides. Quelquefois elle est colorée en blanc grisâtre ou verdâtre, elle se présente tantôt en tables hexagonales (système hexagonal), tantôt en masses fibreuses, transparentes ou translucides, avec la double réfraction à un seul axe positif.

Au chalumeau, la brucite se gonfle sans se fondre, le talc qui lui ressemble extérieurement, ne se gonfle pas et n'est pas soluble dans les acides.

M. Caron vient d'indiquer des procédés d'agglomération pour préparer la magnésie destinée aux crayons d'éclairage oxy-hydrique, à la fabrication des briques réfractaires, des vases plus réfractaires que ceux employés dans les procédés ordinaires de chauffage.

B. Carbonates.

3^e Espèce : *Giobertite* (Beud. Brong.). *Magnésie carbonatée* (H.). *Carbonate magnésique.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La giobertite est une substance incolore, quand elle est pure, transparente ou translucide, mais le plus souvent colorée en brunâtre ou rougeâtre par la présence du fer ou du manganèse, quelquefois se présentant en masses terreuses, blanches ; cristallisée, son éclat est vitreux, incolore ou d'un blanc laiteux ; sa densité = 3 ; sa dureté = 4,5.

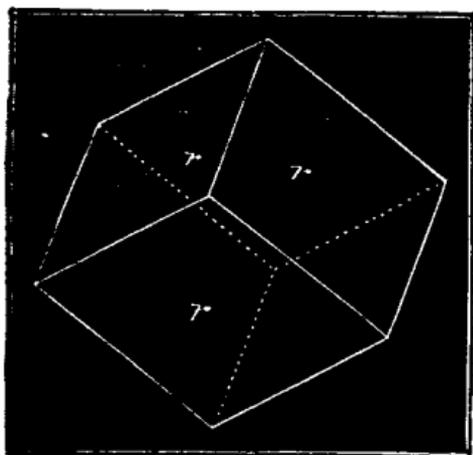
On distingue dans la giobertite trois variétés principales : 1° la giobertite cristallisée engagée dans les roches magnésiennes, à Traverselle, en Piémont ; à Hall, en Tyrol ; à Snarum, en Norwège ; à Salzburg, en cristaux engagés dans le gypse ;

2° La gibertite compacte, à cassure conchoïdale et à pâte très-fine, en Silésie, Moravie ;

3° La giobertite terreuse en veines ou en filons dans la serpentine, à Baldissero, en Piémont.

La giobertite blanche, très-compacte et très-dure, se trouve à l'île d'Eubée ; elle contient des traces de chaux, de silice et de fer, parsemée quelquefois de matières serpentineuses. Ce carbonate peut être rendu à Marseille au prix de 70 francs les 1000 kilogrammes.

Fig. 227.



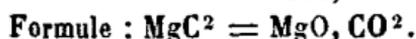
CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Cette espèce cristallise dans le système hexagonal (sous-système rhomboédrique), sa forme primitive est un rhomboèdre obtus de $107^{\circ},25'$ (fig. 227) avec un clivage rhomboédrique.

Les cristaux de giobertite sont, en général, isolés dans une gangue étrangère schisteuse ou talco-

schisteuse ; ces cristaux affectent alors généralement la forme du rhomboèdre primitif, présentant parfois des facettes de troncatures, souvent arrondies ; d'autres fois, ce sont des rhomboèdres très-aigus tronqués.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Elle est soluble à chaud dans les acides avec effervescence ; au chalumeau, elle est infusible et communique à la flamme un éclat très-intense ; elle est composée de :

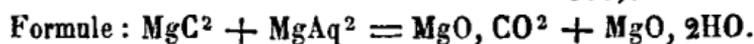
		Rapports.
Magnésie	48,3	1
Acide carbonique. .	51,7	2
	<hr/> 100,0	



4^e *Espèce* : *Hydromagnésite* (Kobell). *Hydrocarbonate de magnésie*. *Lancastérite* (Sillim).

CARACTÈRES. — Substance rarement cristallisée (système ortho-rhombique), ordinairement en aiguilles très-déliées, en rognons, en croûtes terreuses. d'une couleur blanche ; densité = 2, dureté = 1,5, infusible au chalumeau, donne de l'eau par calcination, soluble à chaud avec effervescence dans les acides.

Magnésie	50,0
Acide carbonique.	27,5
Eau	22,5
	<hr/> 100,0



5^e *Espèce* : *Dolomie*. *Chaux carbonatée magnésifère* (H.). *Carbonate double magnési-calciq.*

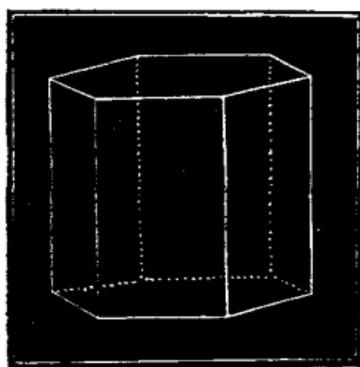
Variétés : *Tharandite*, jaune verdâtre. *Miémite*, verte. *Ankérite*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La dolomie est peu colorée, le plus souvent elle est d'un blanc grisâtre ou

jaunâtre, quelquefois rosée ; ces colorations sont dues à la présence des carbonates de fer et de manganèse ; à l'état cristallin, elle possède un éclat nacré ou perlé, sa densité = 2,9, sa dureté = 3,5, elle est biréfringente à un axe négatif.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES ET MORPHOLOGIQUES. — La dolomie cristallise dans le système hexagonal (sous-système rhomboédrique) ; sa forme primitive est un rhomboèdre de $106^{\circ}, 15'$ (fig. 227) ; les formes secondaires les plus simples et les plus ordinaires sont divers rhomboèdres, le scalénoèdre

Fig. 228.



et le prisme hexagonal (fig. 228). La forme la plus ordinaire des cristaux de dolomie est le rhomboèdre primitif, portant quelquefois des faces un peu courbes, recouvertes d'un enduit pulvérulent, peu réfléchissantes et d'un éclat un peu nacré, surtout dans le clivage. Rarement la dolomie se présente en prisme hexagonal, quelquefois elle cristallise en rhomboèdre équiaxe, excessivement déformé, arrondi et gauchi en forme de selle, de telle sorte qu'il est méconnaissable. Les cristaux ne sont pas recouverts de l'enduit pulvérulent qui recouvre les faces du rhomboèdre

primitif; ils ont un éclat très-vif et nacré qui a fait donner à cette variété le nom de spath perlé.

Dans certains gisements, la dolomie se présente avec la forme du rhomboèdre inverse, à faces courbes recouvertes d'un enduit pulvérulent; autour de l'angle culminant, elles sont planes, brillantes et dépourvues de cet enduit.

La dolomie se trouve aussi : 1° en masses bacillaires formées par des baguettes très-fines faisant entre elles des angles de 60° et de 120°; 2° en masses saccharoïdes formées de petits cristaux juxtaposés, peu adhérents, s'égrenant sous les doigts en une sorte de sable rude et âpre; 3° en masses compactes, à cassure conchoïde, mais jamais terreuse, blanche, sans translucidité sur les bords, parfois colorée en noir ou en gris par des matières bitumineuses.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La dolomie fait effervescence à chaud avec les acides; à froid, elle se dissout lentement et sans effervescence sensible dans l'acide azotique; la solution chauffée donne d'abord un précipité abondant par l'oxalate ammonique; puis, en se refroidissant, elle se trouble de nouveau et donne encore un précipité. On peut toujours distinguer la dolomie du calcaire par un essai chimique. En traitant le minéral par l'acide sulfurique et laissant reposer la solution, on aura des aiguilles cristallines de sulfate de magnésie, dans le cas de la dolomie, car le sulfate calcique ne cristallise pas dans ces circonstances. On peut aussi se servir du caractère que donne la dissolution cobaltique en chauffant au chalumeau.

	Rapports.		
Chaux	30,0	8,4	1
Magnésie	22,4	8,6	1
Acide carbonique. .	47,0	34,0	4
	99,4		



GISEMENTS. — La dolomie cristallisée se trouve dans les filons des Alpes, des Vosges, du Cornouailles, du Mexique, etc., avec certains minerais métallifères.

La dolomie saccharoïde des Alpes, Saint-Gothard, du col de la Furca, de Binn, etc., des Pyrénées, de l'Espagne, etc., forme des masses considérables qui sont attribuées au métamorphisme des couches calcaires.

La dolomie grenue forme des couches dans les terrains jurassique et crétacé; elle paraît s'être déposée sur place comme les autres roches avec lesquelles elle est stratifiée. La variété à texture compacte ou terreuse se présente en couches plus ou moins puissantes dans le lias, mélangée avec des calcaires, des argiles ferrugineuses et des sables.

C. Phosphates.

6^e *Espèce* : *Wagnérite. Magnésie phosphatée. Fluophosphate de magnésie.*

CARACTÈRES. — Substance très-rare d'une couleur jaune orangée, cristallisant en prismes clinorhombiques; densité = 3,15; dureté = 5,5, difficilement fusible au chalumeau, soluble dans l'acide azotique; formule : $MgFl + 3MgO, PhO^5$.

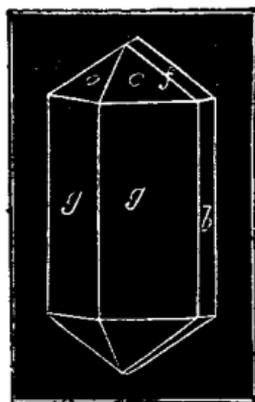
D. Sulfates.

7^e *Espèce* : *Epsomite. Magnésie sulfatée (H.). Sel amer. Sel d'Epsom.*

CARACTÈRES. — L'epsomite se trouve en masses fibreuses cristallines, en masses concrétionnées et en fibres soyeuses, blanches, translucides, d'un éclat vitreux et brillant, cristallisant dans le système ortho-

rhombique ; sa densité = 1,751 ; elle est soluble dans l'eau, a un goût amer très-prononcé et donne de l'eau par calcination (fig. 229).

Fig. 229.



L'epsomite se trouve en dissolution dans certaines eaux minérales ; c'est à sa présence que les eaux d'Epsom, de Sedlitz, de Pultna, d'Egra doivent leur action purgative. On l'a trouvée dans les gypses de Catalayud (Espagne) et de Fitou dans le département de l'Aude, composée de :

Magnésie.	16,20
Chaux	2,00
Acide sulfurique.	37,00
Eau.	44,20
	89,40

Formule : $MgS^5 + 6Aq = MgO, SO^5, 6HO.$

E. Borates.

8^e Espèce : *Boracite (Beud.)*. *Magnésie boratée (H.)*.
Borate de magnésie.

Variétés : Hydroboracite. Rhodizite.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES. — La boracite est une substance vitreuse, limpide et incolore quand

elle est pure, quelquefois d'un blanc verdâtre ou grisâtre et seulement translucide ou opaque ; les cristaux isolés sont d'un petit volume et sont doués de la pyro-électricité polaire ; leur densité = 2,97 ; leur dureté = 6,5, ils raient le verre ; leur cassure est conchoïdale sans trace de clivage.

La boracite est fusible au chalumeau en un globe vitreux, qui se hérissé de petits cristaux par refroidissement, et devient blanc et opaque ; elle est soluble, sans effervescence dans l'acide azotique ; elle colore en vert la flamme de l'alcool et l'extrémité de la flamme du chalumeau ; elle est composée de :

		Oxygène.	Rapports.
Magnésie	30,3	11,75	1
Acide borique	69,7	49,96	4
	100,0		

Formule : $MgBo^4 = 3MgO, 4BoO^3$.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La boracite cristallise dans le système cubique, sous-système tétraédrique ; l'hémiedrie se manifeste sur les angles ou sur les faces du cube ; de telle sorte que les faces primitives du cube ne se montrent qu'à l'état de facettes sur quatre des angles de ce solide. Rarement les cristaux ont la forme du cube simple, les formes modifiées sont les plus fréquentes : ce sont des cubes tronqués sur quatre seulement de leurs angles solides alternes. Les arêtes du cube peuvent rester intactes ou être remplacées par les 12 facettes qui conduisent au dodécaèdre rhomboïdal. Dans certains cristaux, quatre angles restent tronqués, les quatre autres portent un pointement qui tend à donner naissance au tétraèdre. L'hémiedrie se manifeste aux deux extrémités d'une même diagonale du cube, de telle sorte que l'une n'offre jamais la même modification que l'autre.

GISEMENTS. — La boracite se trouve en cristaux, disséminés dans le gypse à Lunebourg (Brunswick) et à Segeberg (Holstein).

F. Silicates.

9^e Espèce : *Magnésite ou écume de mer* (page 67).

**Tableau résumé des espèces de la famille
des Aluminides.**

1	a.	Substance donnant les réactions de l'aluminium..	2
	b.	— — — — — du magnésium..	13
2	a.	Substance donnant, par l'action de l'acide sulfurique, des vapeurs d'acide fluorhydrique	3
	b.	Substance ne donnant pas de vapeur d'acide fluorhydrique	4
3	a.	Très-facilement fusible au chalumeau, même à la flamme d'une bougie	<i>Cryolithe</i>
	b.	Au chalumeau se gonfle et blanchit sans se fondre	<i>Wavellite.</i>
4	a.	Substance inattaquable par les acides azotique et chlorhydrique, à froid ou à chaud, insoluble dans l'eau.	5
	b.	Substance attaquable par les acides ou soluble dans l'eau.	8
5	a.	Donnant de l'eau par calcination, système orthorhombique	<i>Diaspore.</i>
		Donnant de l'eau par calcination, système hexagonal.	<i>Gibbsite.</i>
	b.	Ne donnant pas d'eau par calcination, infusible. . .	6
6	a.	Substance cristalline, vitreuse, diversement colorée, cristallisant dans le système cubique, simple réfraction ; dureté = 8 ; densité = 3,5 à 3,7 . . .	<i>Spinelle.</i>
	b.	Substance cristalline, vitreuse, diversement colorée, ne cristallisant pas dans le système cubique . . .	7
7	a.	Substance cristallisant dans le système hexagonal ; sa poussière dégage l'odeur argileuse par l'insufflation ; dureté = 9 ; densité = 3,9 à 4	<i>Corindon.</i>
	b.	Substance cristallisant dans le système orthorhombique ; sa poussière, humectée d'azotate cobaltique, devient bleue au chalumeau sans se fondre ; densité = 3,689 à 3,783 ; dureté = 8,5 . . .	<i>Cymophane.</i>

- 8 | a. Substance colorée en vert ou bleuâtre, cristalline ou amorphe. 9
 | b. Substance incolore, grise ou blanche en houppes ou en cristaux. 10
- 9 | a. Substance en masses cristallines, fusible, densité = 3; dureté = 6. *Amblygonite*.
 | b. Substance d'un bleu qui disparaît par la calcination, cristalline, infusible. *Klaprothine*.
 | c. Substance bleu verdâtre, amorphe, infusible, colore la flamme en vert. *Turquoise*.
- 10 | a. Substance soluble dans l'eau. 11
 | b. — insoluble dans l'eau, soluble dans les acides. 12
- 11 | a. Cristallisant dans le système cubique. *Alun*.
 | b. Substance en houppes concrétionnées, en fibres déliées. *Alunogène*.
- 12 | a. Cristalline (système rhomboédrique); densité = 2,6 à 2,7; dureté = 3,5. *Alunite*.
 | b. Jamais cristalline; dens. = 1,7; dur. = 1. *Aluminite*.
- 13 | a. Substance cristallisant dans le système cubique. 14
 | b. — ne cristallisant pas dans le syst. cub. 15
- 14 | a. Substance d'un vert foncé; densité = 3,75; dureté = 6, infusible. *Périclase*.
 | b. Substance blanche ou grisâtre, pyro-électrique; densité = 2,97, fusible au chalumeau en un globe vitreux hérissé de pointes. *Boracite*.
- 15 | a. Cristallisant dans le système clino-rhombique, substance d'un jaune orangé; densité = 3,15, dureté = 5,5. *Wagnérite*.
 | b. Cristallisant dans un autre système. 16
- 16 | a. Système ortho-rhombique :
 | 1° Subst. soluble dans l'eau, goût amer. *Epsomite*.
 | 2° — insoluble, infusible. . *Hydromagnésite*.
 | b. Système hexagonal ou rhomboédrique :
 | 1° lamelles blanches nacrées, pas d'effervescence avec les acides. *Brucite*.
 | 2° Éclat perlé ou nacré, cristaux biréfringents, effervescence avec les acides. *Dolomie*.
 | 3° Éclat vitreux, d'un blanc laiteux, effervescence, intensité à la flamme. *Giobertite*.

3^e Famille : Calcides.

GENRES : CALCIUM. BARYUM. STRONTIUM.

1^{er} Genre : Calcium.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Ca} = 20$.

Les sels solubles de chaux colorent la flamme du chalumeau en rouge-orangé; ils précipitent en blanc par l'oxalate ammonique; le précipité est soluble dans les acides azotique et chlorhydrique.

COMPOSÉS NATURELS DU CALCIUM. — Le calcium se trouve abondamment dans la nature à l'état de combinaison; les principales espèces minérales qu'il forme sont : le calcaire ou calcite, l'arragonite, le gypse, l'apatite, la fluorine; les autres espèces sont des minéraux accidentels qui ne se trouvent qu'en petites quantités.

A. Fluorure.

1^o *Fluorine* ou chaux fluatée = CaFl^2 .

B. Carbonates.

2^o *Calcaire* ou chaux carbonatée rhomboédrique = CaC^2 ; 3^o *arragonite* ou chaux carbonatée prismatique.

C. Sulfates.

4^o *Gypse* ou sélénite, chaux sulfatée = $\text{CaS}^5 + 2\text{Aq} = \text{CaO}, \text{SO}^5, 2\text{HO}$; 5^o *anhydrite* = $\text{CaS}^5 = \text{CaO}, \text{SO}^5$:

D. Phosphates.

6^o *Apatite* ou chaux phosphatée = $3\text{Ca}^5\text{Ph}^5 +$

$\text{Ca}(\text{Cl}, \text{Fl})^2 = 3(3\text{CaO}, \text{PhO}^5) + \text{Ca}(\text{Cl}, \text{Fl})^2$; 7° *deltavauxite*.

E. Arséniates.

8° *Pharmacolite* (karsten) = $\text{Ca}^2\text{As}^5 + 6\text{Aq} = 2\text{CaO}, \text{AsO}^5, 6\text{HO}$; 9° *haidingérite* (Turner) = $\text{Ca}^2\text{As}^5 + 3\text{Aq} = 2\text{CaO}, \text{AsO}^5, 3\text{HO}$; 10° *berzéliite* = $\text{Ca}^2\text{As}^5 = 2\text{CaO}, \text{AsO}^5$;

F. Antimonite.

11° *Roméine* (Damour) = $\text{CaSb}^5 = \text{CaO}, \text{SbO}^3$.

G. Titanates.

12° *Pérowskite* (G. Rose) = $\text{CaTi}^2 = \text{CaO}, \text{TiO}^2$;
13° *pyrochlore* ou titanate de chaux, d'urane, de cérium, de fer.

H. Tantalate.

14° *Microlite* = $\text{CaTa}^2 = \text{CaO}, \text{TaO}^2$.

I. Tungstate.

15° *Schéelite* ou schéelin calcaire = $\text{CaW}^5 = \text{CaO}, \text{WO}^5$.

On trouve encore sur les murs humides des efflorescences salines de nitre calcaire ou chaux nitratée = CaO, AzO^5 ; le chlorure calcique se rencontre en dissolution dans les eaux de la mer, des lacs salés et de quelques sources; le borate calcique ou hayesine est un minéral très-rare qui vient du Pérou: il a été aussi trouvé en Toscane; enfin, la chaux se présente dans un certain nombre de silicates plus ou moins complexes. La wollastonite ou spath en tables est un bi-silicate simple de chaux ($\text{CaO}, 2\text{SiO}^5$), qui se présente ordinairement en masses lamellaires

ou en grains cristallins; elle est blanche, vitreuse, tendre, fusible; sa dureté est de 4,5; sa densité de 2,8.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES DES COMPOSÉS DU CALCIUM. — La plupart des composés du calcium ont des applications technologiques; on emploie, dans l'industrie, dans les arts, dans l'agriculture, dans les laboratoires: la chaux caustique, l'hydrate de chaux, l'eau de chaux, le chlorure calcique, l'hypochlorite, le carbonate, le sulfate, le phosphate, le fluorure, le silicate, l'azotate, le sulfure, etc. Le calcaire a de nombreux usages, il sert par sa calcination à la préparation de la chaux; l'agriculture emploie les calcaires argileux ou marnes pour l'amendement des terres; le métallurgiste se sert du calcaire comme castine dans le traitement des minerais de fer et comme fondant des gangues argileuses et quartzes dans la métallurgie du plomb et du cuivre.

Les calcaires employés comme castine dans les hauts-fourneaux sont ordinairement assez impurs, car on utilise les bancs calcaires les plus voisins de chaque usine; mais il est important qu'ils soient privés de phosphate, car le phosphore exerce une influence nuisible sur la qualité de la fonte et du fer. Les marnes servent à amender les terres trop compactes, elles introduisent dans le sol les éléments calcaires et argileux qui ne s'y trouvent pas en quantités suffisantes.

Les calcaires sont employés comme pierres de constructions, sous forme de moellons ou de pierres de taille (voir notre *Guide de géologie pratique*); tous les terrains en fournissent, mais leurs qualités, par rapport à cet usage, sont très-variables. Le gypse, ou pierre à plâtre, donne, par une légère calcination, le plâtre dont les usages sont nombreux; il

sert principalement dans les constructions, l'agriculture et le plâtrage des vins du midi. L'apatite ou phosphate calcique est employé dans l'agriculture comme engrais, destiné à fournir aux plantes le phosphore dont elles ont besoin pour se développer. On emploie aussi le phosphate calcique artificiel, obtenu par le grillage des os des animaux.

La fluorine est employée comme fondant dans les usines et dans les laboratoires ; lorsqu'elle présente des couleurs vives disposées en zones ou en zig-zags, elle est recherchée pour fabriquer des vases, des coupes, des plaques d'un bel effet et d'un prix très-élevé.

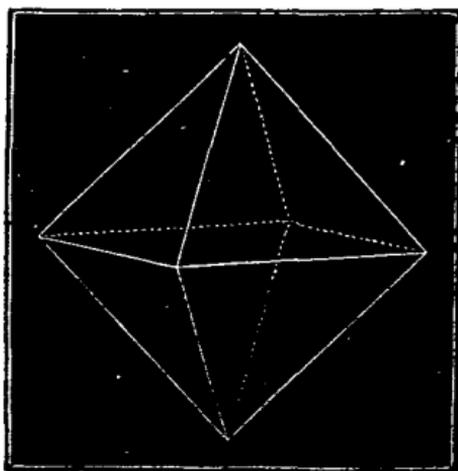
A. Fluorures.

1^{re} *Espèce* : *Fluorine*. *Spath fluor*. *Spath fusible*.
Chaux fluatée (H.). *Fluorite*. *Fluorure calcique*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La fluorine présente des couleurs très-variées, elle est parfois complètement incolore ou hyaline ; le plus souvent elle présente diverses nuances de jaune, de violet et de vert ; dans certains gisements, on trouve des cristaux qui offrent à la fois la coloration verte et la coloration bleue. Ces cristaux sont phosphorescents (épipolisme) sous l'influence de la lumière ; ils restent lumineux même quelque temps, dès qu'on les a tirés de l'exposition de la lumière solaire ou artificielle. Lorsqu'on place de la fluorine sur une pelle chaude, on voit se produire une fluorescence ou lueur dont la couleur est variable, ordinairement verte (cloraphane) ou violette. La fluorine est unirefringente, son éclat est vitreux, assez vif, elle est transparente ; sa densité = 3,16 ; sa dureté = 4 ; sa cassure est généralement lamelleuse, conchoïdale quelquefois et esquilleuse dans les variétés compactes.

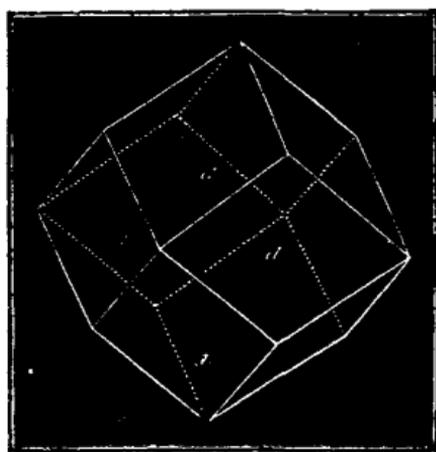
CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES ET MORPHOLOGIQUES. — La fluorine cristallise dans le système cubique avec un clivage octaédrique très-facile ; la

Fig. 230.



forme dominante est le cube, soit complet, soit modifié par des troncatures sur ses arêtes ou sur ses angles. Quelquefois les faces du cube ne sont pas

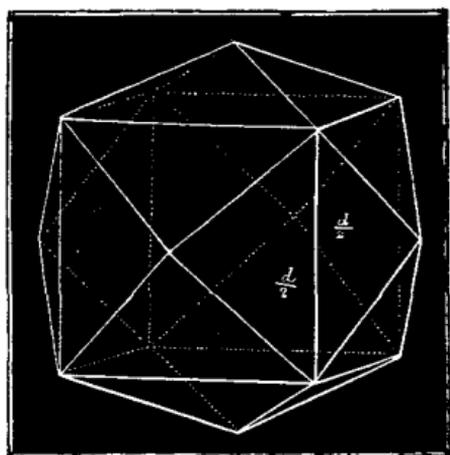
Fig. 231.



très-planes et portent les modifications de l'hexa-tétraèdre : les formes simples qui se rencontrent le

plus souvent après le cube, sont : l'octaèdre régulier, en cristaux verts ou roses, le dodécaèdre rhomboïdal plus rare, l'hexa-tétraèdre ou cube pyramidé (fig. 230, 231 et 232). La fluorine se trouve aussi concrétionnée en couches concentriques, avec des colorations bien tranchées ; les couches contiguës, différemment colorées, présentent comme des dentelures par l'affleurement des divers cristaux : c'est avec cette variété qu'étaient fabriqués les vases murrhins.

Fig 232.



Elle se rencontre aussi à l'état saccharoïde ou grenu, en masses, d'un violet pensée ou d'un rose foncé ; enfin, elle se trouve à l'état compacte comme gangue de beaucoup de filons. De là, on a fait les variétés de forme et de structure désignées sous les noms de : 1° fluorine laminaire, 2° fluorine testacée composée de lamelles courbes empilées les unes sur les autres ; 3° fluorine concrétionnée ; 4° fluorine granulaire, 5° fluorine compacte.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La fluorine est insoluble dans les acides ordinaires ; l'acide sulfurique

la dissout facilement sans effervescence, en dégageant de l'acide fluorhydrique qui attaque le verre.

Au chalumeau, elle décrépète, devient d'un blanc laiteux, se boursoufle avant de fondre et se résout en une perle opale ; elle est composée, suivant Berzélius, de :

			Rapports.
Chaux.	72,137	0,20	1
Acide fluorique. . .	27,863	0,21	1
	<u>100,000</u>		

ce qui donne, en considérant la fluorine, comme un fluorure :

			Rapports.
Calcium.	31,87	0,20	1
Fluor.	48,15	0,41	2
	<u>100,02</u>		

Formule : CaFl^2 .

GISEMENTS. — La fluorine est une gangue habituelle des filons métallifères, principalement de ceux de cassitérite, de galène ; elle accompagne ordinairement la barytine, le calcaire, le quartz ; elle est commune dans les filons du Cornouailles, de Cumberland, du Hartz, de la Saxe, de la Bohême et des Vosges.

Dans la Bourgogne, la fluorine forme des filons situés entre les porphyres et les granites ou dans les arkoses ; à Romanèche elle accompagne le manganèse.

USAGES. — La fluorine est employée comme fondant dans le traitement de certains minerais très-quartzueux de plomb et de cuivre ; dans les laboratoires, on s'en sert comme fondant des gangues argileuses et quartzueuses des mêmes minerais ; elle est fréquemment utilisée pour préparer l'acide fluorhydrique dont on se sert pour graver sur verre ;

enfin, les variétés concrétionnées, à couches de diverses teintes, à angles rentrants et saillants sont recherchées pour fabriquer des objets d'ornement.

B. Carbonates.

2^e *Espèce* : *Calcaire* (B.). *Calcite* (Haid.). *Chaux carbonatée* (H.). *Calcaire spathique* (Brong.). *Carbonate calcique*. *Spath d'Islande*. *Chaux carbonatée rhomboédrique*. *Kalkspath* (W.).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le calcaire pur et cristallisé est incolore ou blanc, transparent ou au moins translucide; souvent il est jaunâtre, toujours ses colorations sont faibles; son éclat est vitreux, quelquefois nacré sur certaines faces seulement, ou gras sur certains cristaux; quand il est impur, il est coloré en bleu, ou en vert, ou en jaune, ou en rouge, ou en noir par des mélanges chimiques ou mécaniques.

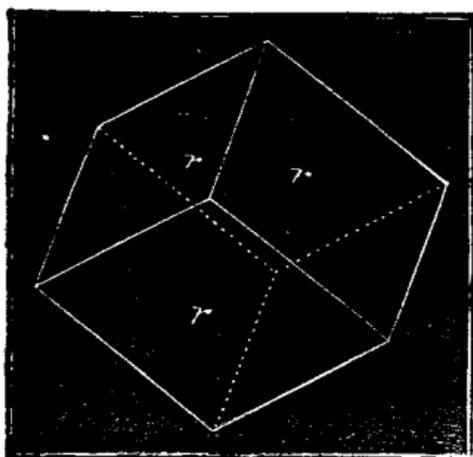
Le calcaire possède la double réfraction, à un axe négatif, à un haut degré; il s'électrise par frottement ou par la simple pression; sa densité = 2,723; sa dureté = 3 est prise pour type.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES ET MORPHOLOGIQUES. — Le calcaire cristallise dans le système hexagonal (sous-système rhomboédrique); sa forme fondamentale est un rhomboèdre obtus de 105°, 5' (fig. 233), clivable avec beaucoup de facilité et de netteté parallèlement à toutes ses faces. L'angle du rhomboèdre primitif n'est pas absolument invariable, parce que le calcaire est très-souvent mélangé d'autres carbonates (giobertite, sidérose, diallogite) rhomboédriques avec des angles très-peu différents de ceux du calcaire; l'angle du rhomboèdre est

alors quelquefois augmenté ou diminué, mais il oscille toujours autour de $105^{\circ},5'$.

Les formes cristallines du calcaire sont excessivement nombreuses; de toutes les substances connues, c'est celle qui offre la plus grande multiplicité de formes, M. de Bournon en a décrit près de 800 espèces différentes. Nous nous bornerons aux formes simples les plus ordinaires et aux macles les plus remarquables. Nous les rangerons dans quatre formes dominantes qui sont : 1° les rhomboédres; 2° les prismes hexagonaux; 3° les scalénoédres; 4° les dodécaédres.

Fig. 233.



A. Le calcaire présente 50 à 60 rhomboédres, parmi lesquels nous signalerons les cinq les plus remarquables :

1° Le rhomboèdre primitif (fig. 233) qui est très-rare; il est parfois tronqué sur les angles culminants, et l'on a, dans ce cas, une forme qui simule un octaèdre.

2° Le rhomboèdre équiaxe est un rhomboèdre obtus, tangent au primitif, remarquable par son aplatissement, et dont l'axe est égal à celui de ce rhomboèdre qui lui est inscrit; il se rencontre très-

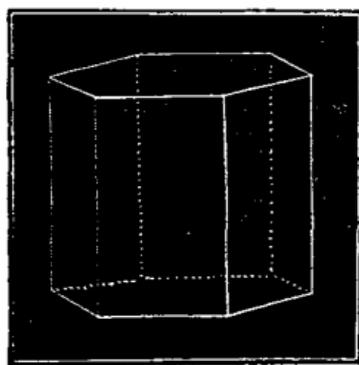
souvent, quelquefois déformé par l'arrondissement des faces extérieures.

3° Le rhomboèdre inverse est un rhomboèdre très-aigu, auquel le primitif est tangent; c'est celui que l'on rencontre dans les grès de Fontainebleau et à Couzon, près de Lyon.

4° Le rhomboèdre contrastant est un rhomboèdre plus aigu que le précédent.

5° Le rhomboèdre cuboïde est un rhomboèdre plus rare, c'est le moins aigu de tous les rhomboèdres; son angle est très-voisin de 90° , il est d'environ $88^\circ, 18'$.

Fig. 234.



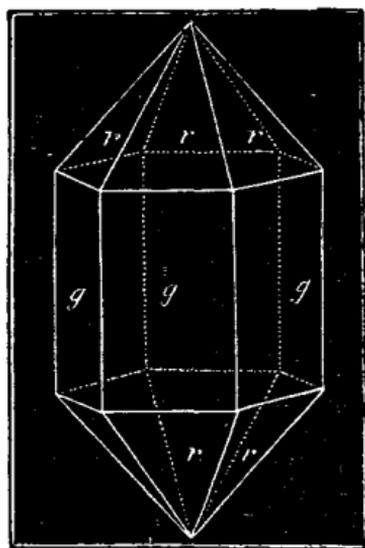
B. Le calcaire présente deux prismes hexagonaux, savoir : le prisme hexagonal de premier ordre (fig. 234), limite de la série des rhomboèdres aigus qui naissent sur les angles latéraux; ce calcaire prismatique se termine par deux faces horizontales, limites des rhomboèdres obtus produits par les modifications des sommets.

Le calcaire prismatique alterne est un prisme de second ordre en position alterne avec le précédent.

Souvent les prismes portent les pointements rhomboédriques, souvent même certaines formes présentent un aspect qui a quelque ressemblance avec un dodécaèdre rhomboïdal.

C. Le calcaire se présente très-souvent en scalénoèdres complets, souvent avec des facettes conduisant au scalénoèdre; soit sur les arêtes latérales, soit sur les arêtes culminantes. Il y a un grand nombre de scalénoèdres; le calcaire métastatique ou dent de cochon est un scalénoèdre dans lequel un des angles dièdres des arêtes culminantes égale l'angle dièdre culminant du rhomboèdre, et l'un des angles plans de ses faces triangulaires égale un des angles plans des rhombes du noyau.

Fig. 235.



D. Outre ces formes, on rencontre souvent leurs combinaisons, le prisme hexagonal terminé par le rhomboèdre équiaxe, le prisme dodécaèdre ou prisme hexagonal pyramidé, analogue à celui du quartz (fig. 235), le dodécaèdre hexagonal. Les cristaux équiaxes, très-aplatis, sont souvent déformés par l'arrondissement des faces extérieures et passent à la forme lenticulaire.

Les cristaux de calcaire présentent souvent des formes maclées; tantôt la macle se fait par hémित्र-

pie autour de l'axe de figure, tantôt, particulièrement dans le cas du scalénoèdre, elle se fait par hémotropie autour d'une face du rhomboèdre équiaxe.

Le calcaire est une espèce très-riche en variétés de forme et de structure accidentelles; il se présente sous des formes très-variées; les unes sont des formes cristallines imparfaites ou ébauchées, telles que le calcaire lamellaire, sphéroïdal, lenticulaire, bacillaire, fibreux, etc.; les autres sont dues à des concrétions et à des pseudomorphoses. Le calcaire se présente fréquemment en masses lamelleuses, où le clivage apparaît sur une étendue plus ou moins considérable; elles passent quelquefois à des masses saccharoïdes, par la diminution des faces.

Le calcaire bacillaire résulte de la réunion de cristaux imparfaits, le plus souvent terminés à la surface; ces masses sont tantôt disposées parallèlement, tantôt elles sont divergentes autour d'un centre.

Cette espèce affecte aussi souvent la forme de stalactites, disposés en fibres superposés par zones concentriques; tantôt ces stalactites présentent une forme cylindroïde ou conique, d'autres fois, ils constituent une sorte d'enduit recouvrant les roches avec une disposition fibreuse ou zonaire. Ces masses sont parfois colorées par l'oxyde ferrique, qui leur donne une coloration variable d'une zone à l'autre.

Le calcaire concrétionné pisolithique, en globules de la grosseur d'une amande ou de la grosseur d'un pois, est produit par les eaux de source chargées de carbonate calcique; quand les grains sont plus petits, on leur donne le nom d'oolithes et le calcaire est dit oolithique (voir *Guide pratique de Géologie*).

Le calcaire se rencontre aussi fréquemment avec

une cassure terreuse et compacte ; c'est à cet état qu'il constitue les roches de la plupart des terrains, les craies, les marnes, etc. ; parfois il a une structure cariée ou caverneuse, quelquefois même il se trouve à l'état pulvérulent.

Le calcaire pseudomorphique a emprunté ses formes à des animaux ou à des végétaux par épigénie ou simple remplissage ; il est dit xyloïde quand il a la forme et la structure du bois ; conchyloïde, modelé dans les cavités des coquilles ; échinoïde en test d'oursin ; madréporique en polypier, etc.

En résumé, le calcaire peut exister, tantôt à l'état cristallin, tantôt imparfaitement cristallisé, à l'état lamelleux, saccharoïde, bacillaire ou concrétionné, tantôt enfin, en masses compactes et terreuses.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le calcaire est attaqué par les acides, il fait effervescence très-rapidement ; au chalumeau, il est infusible et donne un vif éclat à la flamme ; il y perd son acide carbonique et se convertit en chaux vive ; il est composé de :

			Rapports.
Chaux.	56,25	15,77	1
Acide carbonique. .	43,75	31,61	2
	<u>100,00</u>		

Formule : $\text{CaC}^2 = \text{CaO}, \text{CO}^2$.

GISEMENTS. CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le calcaire est une des substances minérales les plus répandues dans la nature ; il se présente sous les aspects les plus variés et dans les conditions les plus diverses ; pur, il constitue la gangue de beaucoup de filons ; pur ou mélangé à d'autres matières minérales ou organiques, il constitue à lui seul la plus grande partie des terrains sédimentaires ou stratifiés. Il est

encore déposé à l'époque actuelle, par les eaux d'un grand nombre de sources minérales qui le tiennent en dissolution à l'aide d'un excès d'acide carbonique (voir notre *Guide pratique de géologie*).

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — *Spath d'Islande*. Le spath d'Islande est une variété limpide et cristallisée de calcaire ; taillé en prismes, il sert à l'étude des phénomènes de double réfraction et de polarisation. Les variétés fibreuses à fibres droites et soyeuses d'Alston-Moor (Angleterre) servent à faire des bijoux, des colliers, des perles rondes à reflets satinés. L'albâtre est un calcaire fibreux, translucide, formé de couches parallèles, circulaires, ondulées ou droites, dont la couleur varie entre le blanc légèrement verdâtre ou jaunâtre, le jaune de miel et le jaune roussâtre ; il est recherché pour la décoration des appartements et pour fabriquer des objets d'ornement. On exploite, près d'Oran (Algérie), une belle variété d'albâtre, dit albâtre algérien.

MARBRES. — Les marbres sont des calcaires à grain serré, à tissu compacte, susceptibles d'être façonnés sous le ciseau de l'artiste et de recevoir un brillant poli sous la main du marbrier. On demande aux marbres certaines qualités ; ceux qui sont incolores ou faiblement colorés doivent être translucides sur les bords, leur cassure est saccharoïde ou grenue (marbres de Paros dont il reste plusieurs anciens chefs-d'œuvre de sculpture, tels que la Vénus de Médicis, la Diane chasseresse ; le marbre de Carrare ; l'Antinoüs du Capitole est fait avec ce marbre).

Les autres marbres ont la cassure compacte, mais pour être estimés, il faut qu'ils puissent prendre un beau poli ; on remarque surtout la disposition des

matières qui les colorent. Tantôt on a des marbres de couleur uniforme, blancs, noirs, jaunes, rouges ; tantôt des marbres de couleurs variées. Dans les variétés unicolores, on recherche principalement que la couleur soit bien égale et bien uniforme ; dans les variétés versicolores, il y a des nuances nombreuses. On connaît des marbres veinés de blanc et de noir (Ste-Anne), d'autres de jaune et de rouge, ou d'un fond blanc avec des veines de couleur orangé (oxyx d'Algérie). Du reste, les marbres colorés ne sont pas composés exclusivement de calcaire, le marbre dit vert antique, vert de Suse, contient des veines de serpentine et de talc.

Il y a aussi d'autres marbres à couleurs variées, ce sont : des poudingues et des brèches à noyau calcaire empâtés dans un ciment de la même matière différemment colorée (Estagel, Baixas dans les Pyrénées-Orientales).

Les marbres coquilliers renferment des restes d'êtres organisés, généralement des coquilles, empâtés dans un ciment calcaire. Ordinairement, l'être organisé, transformé en calcaire, est d'une coloration différente de la pâte. Sur un fond noir, se montrent des coquilles blanches dans la variété connue sous le nom de drap mortuaire ; dans le granite noir, des fragments d'encrines sont disposés à la manière des cristaux de feldspath dans les porphyres noirs.

Les lumachelles sont des marbres coquilliers dans lesquels le test du mollusque n'a pas encore complètement perdu sa nature organique, ce qui leur donne un éclat nacré d'un effet très-agréable. Ordinairement les coquilles sont brisées et tellement nombreuses que le marbre en paraît entièrement composé.

Les marbres réniformes présentent sur les surfaces polies l'aspect de ruines, de décombres ou de

paysages indécis (Toscane). Cet effet est produit par la pénétration de matières calcaires colorantes dans les fissures de la roche.

Les pays qui donnent les marbres les plus estimés, sont : l'Espagne, l'Italie, les Pyrénées.

M. Héricart de Thury, classe les marbres de la manière suivante :

1° Marbres unicolores (Carrare, Paros, Estagel, La Preste et Py dans les Pyrénées-Orientales) ;

2° Marbres jaspés, bariolés ou veinés (incarnat de Caunes, de Villefranche, bleu turquin, Portor, vert antique, etc.) ;

3° Marbres à corps organisés (Griotte de Caunes (Aude), de Villefranche et de Baixas (P. O.) ;

4° Marbres cipolins ou rubannés (Corse, Pyrénées) ;

5° Marbres brèches composés de fragments de marbre anguleux de diverses couleurs, empâtés dans un ciment qui les réunit (Alet, Tholonet, Baixas, Estagel, etc.) ;

6° Marbres poudingues ou cailloutés, composés de fragments de marbre arrondis comme des cailloux roulés et agglutinés par un ciment calcaire.

Un marbre doit se conserver à l'air sans altération ; les variétés qui contiennent de l'argile se délitent facilement à l'air ; celles qui sont mélangées de pyrites de fer se salissent et se couvrent de rouille, ce qui leur fait perdre la plus grande partie de leur valeur.

Voici le prix moyen du mètre cube de quelques marbres :

	Italiens.	Francs.
Blanc statuaire		1800 à 3000
Jaune de Sienne		2000 à 2900
Vert de Gênes		1700 à 1900
Portor.		1600 à 1700

Brocatelle d'Espagne.	2500 à 3500
Brèche violette.	1100 à 1200
Bleu fleuri	1000 à 1200
Bleu turquin	800 à 1200
Sainte-Anne (Boulonnais).	560

Français.

	Francs.
Sarrancolin (Pyrénées).	700 à 900
Blanc clair (Id.).	800 à 900
Griotte (Id.).	600 à 800
Vert campan (Id.)	600 à 750
Gris de Saint-Béat (Id.).	650
Incarnat de Languedoc.	600 à 800
Petit granite	700
Noir de Dinan.	580

PIERRES LITHOGRAPHIQUES. — Les pierres lithographiques sont des calcaires formés d'une pâte bien homogène, dure, serrée et s'imbibant peu d'eau; celles qui absorbent trop d'eau, qui reçoivent rapidement le poli, sont trop poreuses, par conséquent, de mauvaise qualité. Il faut exclure aussi les pierres trop dures, car les pores étant trop fins ou trop serrés, le crayon, la gomme et l'eau ne les pénètrent pas suffisamment et le tirage est d'une courte durée. Les pierres lithographiques employées en France sont celles de Munich ou d'Allemagne et celles qu'on tire de Châteauroux, de Belley, etc.

Parmi les pierres de Munich, la gris-perle est la plus estimée, parce qu'elle est la plus dure et la plus serrée; la jaune et la grise ardoise sont toujours bonnes, la grise roussâtre est mauvaise. Les veines nuisent à la qualité de la pierre, car l'eau s'y infiltre assez promptement et occasionne leur rupture.

Les pierres lithographiques de Châteauroux sont très-cassantes; généralement, elles sont remplies de taches de rouille, de marne et de trous ce qui les

rend quelquefois impropres pour les usages du crayon, mais elles sont excellentes pour l'écriture.

Les pierres de Belley sont cassantes et trop dures, celles de l'Aube sont de mauvaise qualité.

PIERRES A CHAUX. — Les chaux grasses sont fournies par la calcination des calcaires purs ; mais les chaux hydrauliques et les ciments sont produits par la cuisson des calcaires argileux ou siliceux. Les couches de calcaires siliceux, qui donnent des chaux plus ou moins hydrauliques, contiennent presque toujours du sable fin, du sable en grain d'une dimension appréciable, un peu d'oxyde ferrique, le plus souvent de la magnésie.

Les chaux hydrauliques sont produites aussi par la cuisson des calcaires qui renferment à l'état de mélange une certaine proportion d'argile ; lorsque cette proportion est au-dessous de 7 p. 0/0 dans le calcaire, la chaux est très-faiblement hydraulique ; de 10 à 12 p. 0/0 d'argile, elle est hydraulique ; à 20 ou 25 p. 0/0, elle est très-hydraulique ; lorsqu'elle en renferme de 25 à 35 p. 0/0, la chaux est désignée sous le nom de ciment et fait prise sous l'eau en quelques heures.

On a employé dans quelques circonstances des chaux hydrauliques provenant de la cuisson de calcaires magnésiens.

3^e Espèce : Arragonite. Chaux carbonatée prismatique. Carbonate calcique prismatique. Igloïte.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'arragonite se présente en cristaux et en masses fibreuses ; sa couleur est le blanc laiteux, le blanc jaunâtre ou grisâtre ; son éclat est vif, vitreux, un peu résineux, surtout dans les variétés concrétionnées. En cristaux, elle est

hyaline ou du moins fortement transparente ; elle possède la double réfraction négative à deux axes ; sa cassure est inégale, conchoïdale et non lamelleuse ; sa densité = 2,928 ; sa dureté = 3,5 à 4 est supérieure à celle du calcaire.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — L'arragonite cristallise dans le système ortho-rhombique ; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $116^{\circ}, 10'$, dont le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $5/3$; des clivages bien sensibles sont parallèles à l'axe vertical. Elle est isomorphe avec les carbonates barytique et strontianique ; ses cristaux sont rarement simples, le plus souvent, ils sont maclés.

Les cristaux simples d'arragonite sont : le prisme ortho-rhombique primitif, le prisme ortho-rhombique à sommets dièdres, l'arragonite quadrihexagonale, forme ordinaire des beaux cristaux de Bohême, le rhomboctaèdre ; enfin, dans certains gisements de fer, notamment à Framont (Vosges), l'arragonite prend une autre forme limite, le pseudo-isocélaèdre ou double pyramide aiguë.

Les cristaux maclés présentent, en général, une forme extérieure plus simple que n'est leur constitution ; quelquefois, le cristal est plusieurs fois hémitrope ; les cristaux maclés sont parfois basés, d'autres fois, ils sont terminés par un pointement plus ou moins complexe où l'on distingue les divers cristaux composants. Dans les cristaux basés, on remarque à leur base, une sorte de disposition crénelée ou un aspect barbelé qui montre qu'ils sont formés de plusieurs cristaux accolés.

Une belle macle de cette espèce consiste en deux cristaux de l'arragonite quadrihexagonale, qui ont pour plan de jonction ou face d'hémitropie, un des

pans latéraux du prisme ; lorsque l'angle rentrant disparaît, la coupe a la forme d'un prisme hexagonal.

La macle est souvent composée de deux cristaux du prisme ortho-rhombique à sommets dièdres ou d'un assemblage de trois cristaux complets, réunis par les angles obtus. Quand les angles rentrants disparaissent, la coupe prend la figure d'un hexagone, ayant quatre angles de 116° et deux de 128° (cristaux de l'Aragon en Espagne ; de Bastènes dans les Landes).

Les cristaux d'arragonite passent fréquemment à des masses bacillaires, composées de baguettes à peu près parallèles, quelquefois disposées en faisceaux légèrement divergents, se présentant aussi parfois en masses concrétionnées, terminées à la surface par des affleurements de cristaux. Les baguettes sont parfois très-fines et très-intimement soudées, en sorte que la cassure est soyeuse et esquilleuse, sans clivages, comme dans le calcaire ; si les baguettes ont une certaine dimension, la cassure est inégale et conchoïdale.

L'arragonite coralloïde (*flos ferri*) est une variété qui se rencontre dans certaines mines de fer (Styrie, Pyrénées, etc.), disposée à la manière des stalactites autour d'axes contournés en tous sens. Ce sont des concrétions cylindroïdes, composées de petites aiguilles ou de fibres, qui se groupent les unes sur les autres ; elles forment des branches arrondies qui se contournent et s'entrelacent à la manière du corail.

L'arragonite se trouve aussi en masses compactes qui ressemblent au calcaire ; mais elle s'en distingue par son manque de clivage et en ce qu'elle décrépète quand on la chauffe.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'arragonite est soluble dans les acides avec une effervescence très-lente; chauffée dans un tube, elle décrépité et bouillonne, en prenant la densité et la forme cristalline du calcaire. Au chalumeau, elle décrépité et puis se décompose en donnant de l'acide carbonique et de la chaux caustique; à la flamme d'une bougie ou d'une faible température rouge, un cristal d'arragonite se désagrège et se divise en une multitude de parcelles blanches qui se dispersent dans l'air; un cristal de calcaire, dans les mêmes circonstances, n'éprouve aucune altération. Elle est composée de :

Acide carbonique	56,327
Chaux	43,043
Eau	0,628
	<hr/>
	100,000

Formule : $\text{CaC}^2 = \text{CaO}, \text{CO}^2$.

GISEMENTS. — L'arragonite ne constitue jamais de grandes masses comme le calcaire; elle se trouve dans quelques filons métallifères, et notamment dans les dépôts ferrugineux (Styrie, Baigorry, Fillols dans les Pyrénées, Framont et Ste-Marie-les-Mines dans les Vosges, Iglo en Hongrie, etc.).

Ses gisements habituels sont les dépôts gypseux des Pyrénées, des Landes, d'Espagne, de Salzbourg, de Sicile; ses cristaux sont disséminés dans les argiles ou marnes rougeâtres qui accompagnent le gypse. Une partie des concrétions formées par les sources chaudes de Carlsbad en Bohême et de Vichy sont de l'arragonite.

L'arragonite se rencontre aussi fréquemment dans les laves, les basaltes, les serpentines; elle y tapisse les petites cavités, les fissures (Pont-du-Château et Gergovia en Auvergne, Vicentin, Piémont, etc.).

Enfin l'arragonite se trouve aussi, comme résultat de fossilisation de diverses espèces perdues.

L'arragonite est fréquemment mélangée avec les carbonates barytique et strontianique, quelquefois même avec le carbonate de plomb; dans certains gisements métallifères, elle prend diverses colorations; les sels de cuivre la colorent en vert, l'arséniate cobaltique lui communique sa teinte d'un rose violacé.

C. Sulfates.

4^e *Espèce : Gypse (Beud.). Sélénite. Chaux sulfatée (H.). Pierre à plâtre. Spath séléniteux.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le gypse présente des colorations très-variées et généralement peu intenses; le plus souvent il est incolore ou blanc, quelquefois rosé ou rouge, par la présence de l'oxyde ferrique, jaune ou bleuâtre, colorations qui semblent dues à des matières organiques; il est le plus souvent transparent, ou tout au moins translucide, avec la double réfraction positive à deux axes; il a un éclat vitreux, qui passe sur certaines faces, à un éclat à la fois adamantin et soyeux ou nacré; sa densité varie de 2,264 à 2,350; sa dureté est très-faible = 2; il se laisse facilement rayer par l'ongle; exposé sur un charbon ardent, il s'exfolie ou se divise en une multitude de feuillets qui décrépitent et blanchissent.

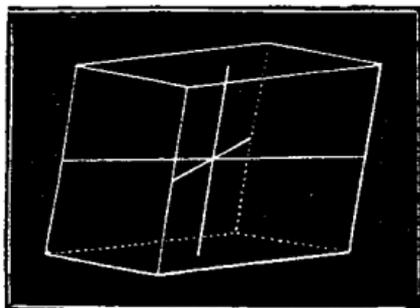
CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le gypse cristallise dans le système clino-rhombique; la forme primitive est un prisme oblique rectangulaire ou un prisme rhomboïdal oblique (fig. 236), avec trois clivages, dont un très-facile; les deux autres perpendiculaires au premier, avec des aspects différents; l'un d'eux est vitreux, l'autre fibreux.

Le gypse ne se présente presque jamais en cristaux primitifs; ils sont presque toujours tronqués; les figures 237 et 238 (gypse trapézien), 239 (gypse

équivalent) et 240 représentent les formes les plus ordinaires du gypse.

Les cristaux de gypse sont fréquemment groupés entre eux d'une manière régulière par une hémitropie

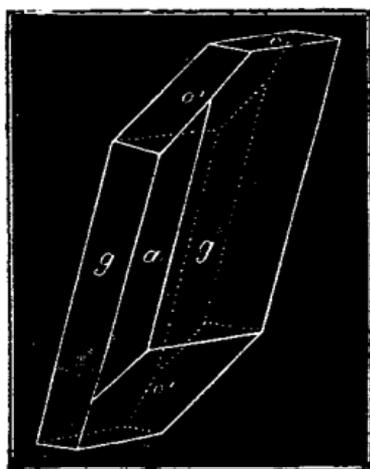
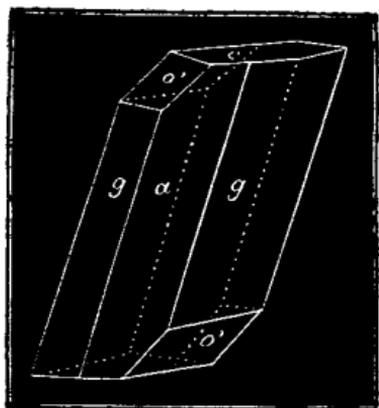
Fig. 236.



parallèle à l'axe ou par une hémitropie autour de l'une des faces. Ces derniers groupements constituent la disposition qui est connue vulgairement sous le nom de fer-de-lance. Dans ces cristaux, malgré

Fig. 237.

Fig. 238.



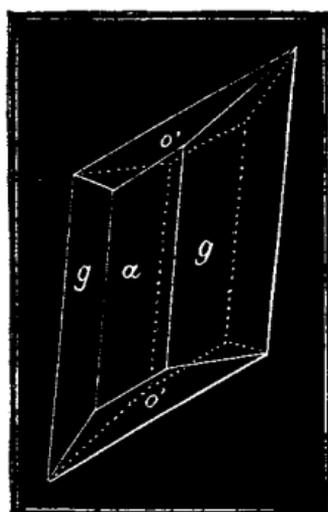
l'arrondissement des faces, la ligne de jonction est toujours rectiligne (fig. 241). Souvent plusieurs de ces cristaux sont réunis et forment une sorte d'épi.

Le gypse nous offre d'autres modes d'assemblages

de deux cristaux ou de plusieurs cristaux, souvent divergents et présentant la disposition en rose.

Le gypse présente un certain nombre de variétés de formes :

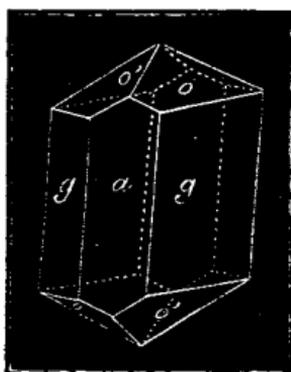
Fig. 239.



1° Lamellaire, en masses lamelleuses formées d'un grand nombre de cristaux imparfaits ;

2° Fibreux, en fibres droites ou contournées, en

Fig. 240.



général parallèles, d'un éclat nacré ou soyeux assez vif, blanc ou diversement coloré ;

3° Saccharoïde, en masses formées de petits cris-

taux imparfaits, peu cohérents, gris, souvent transparents ;

4° Compacte, avec une cassure conchoïdale et esquilleuse ; il constitue alors l'albâtre gypseux ou ordinaire qui est employé comme objet d'ornement grossier ;

5° Écailleux, en petits cristaux, excessivement aplatis, blancs et niviformes qui tapissent certaines cavités ;

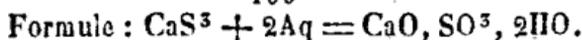
6° Concrétionné, en masses cristallines ou compactes, dans les carrières, dans les chaudières où l'on s'est servi d'eaux séléniteuses ou dans les conduites d'eau par lesquelles elles ont passé.

Fig. 241.



CARACTÈRES CHIMIQUES. — Le gypse est insoluble dans les acides ; au chalumeau, il se gonfle, s'exfolie suivant le clivage facile, perd son eau, blanchit et se convertit en une substance terreuse, blanche et terne qui est le plâtre ; en continuant à chauffer, il fond difficilement en un émail blanc ; il est composé de :

		Oxygène.	Rapports.
Chaux	33	9,26	1
Acide sulfurique .	46	27,53	3
Eau	21	18,66	2
	100		



CARACTÈRES GÉOLOGIQUES. — Le gypse se rencontre, sous forme de couches ou de lentilles, assez abondamment dans les argiles du trias, de certains membres des terrains jurassiques et crétacés; tels sont les dépôts de gypse des marnes irisées dans la Meuse, la Meurthe, le Jura, l'Aveyron; du lias dans les Corbières, du terrain crétacé dans les Pyrénées, etc.

Il se trouve en couches puissantes dans les terrains tertiaires des environs de Paris, de la Provence, du Languedoc.

En veinules ou en cristaux isolés, il se présente dans tous les terrains, dans certains filons, dans les couches de houille et de lignite, dans plusieurs dépôts de minerais de fer.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — Le gypse fibreux et soyeux, d'un aspect nacré, est employé sous forme de plaques, de pendants d'oreilles; le gypse saccharoïde ou albâtre, translucide ou opaque, est travaillé pour en faire des pendules, des socles, des consoles, des vases, des statuettes, etc. On exploite de l'albâtre gypseux à Lagny (Marne), à Volterra (Toscane).

Le plâtre n'est autre chose que le gypse légèrement calciné et réduit en poudre. Outre son emploi si fréquent dans les constructions, il est employé en agriculture pour amender les terres.

5^e Espèce : *Anhydrite. Karsténite (Beud.). Chaux sulfatée anhydre. Muriacite.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'anhydrite se présente généralement en masses demi-cristallines, lamelleuses, fibreuses, saccharoïdes ou compactes; elle est généralement translucide ou transparente, le

plus souvent incolore, quelquefois grise, rosée, bleuâtre ou violacée, rarement cristallisée; sa dureté est supérieure à celle du calcaire = 3,5; sa densité = 2,8 à 3; elle possède la double réfraction positive à deux axes.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système ortho-rhombique; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $100^{\circ}, 8'$, avec trois clivages faciles, inégaux; deux de ces clivages présentent des stries; leur éclat est vitreux et assez vif.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'anhydrite est insoluble dans les acides; au feu, elle ne blanchit et ne s'exfolie pas; chauffée longtemps au chalumeau, elle fond difficilement en un émail blanc qui s'effleurit, devient pulvérulent et se délite sur un corps mouillé, en donnant les réactions des sulfures.

Chaux 43

Acide sulfurique . . . 67

Formule $\text{CaS}^5 = \text{CaO}, \text{SO}^5$.

GISEMENTS. — L'anhydrite est répandue dans les Alpes, dans la Nouvelle-Écosse; elle forme des masses ou amas irréguliers dans les couches qui renferment du sel gemme, du gypse (Alpes, salines de Bex, du Tyrol, gypse du Jura); elle se trouve même dans certains filons métallifères, comme à Pesey, où elle accompagne la galène.

Les dépôts d'anhydrite paraissent postérieurs aux couches qui les renferment; d'après M. Descloizeaux, les anhydrites de la Maurienne auraient été formées par l'action de la vapeur d'eau, chargée d'acide sulfhydrique ou par celle de ce gaz lui-même sur les calcaires magnésiens préexistants.

USAGES. — L'anhydrite, à cause de sa dureté, est employée dans quelques localités comme marbre, principalement à Milan, où elle est connue sous le nom de marbre bardiglio de Bergame ; on en fait des colonnes, des vases, des statues, etc.

D. Phosphates.

6^e Espèce ; *Apatite. Phosphorite. Chaux phosphatée (H.). Asparagolithe.*

CARACTÈRES PHYSIQUES. — L'apatite se rencontre en petits cristaux hyalins et incolores (St-Gothard), à éclat très vif ; mais le plus souvent en gros cristaux jaunes, verts, bleus, violets avec des degrés différents de transparence, jouissant de la double réfraction à un axe négatif.

Son éclat est ordinairement vitreux sur les faces planes ; mais quand elles sont courbes, l'éclat est résineux ; elle est souvent phosphorescente, surtout en poussière ; sa cassure est inégale, conchoïdale, rarement lamelleuse, généralement unie et brillante.

L'apatite est rayée par l'acier, elle raie mal le verre ; sa dureté = 5 ; sa densité = 3,2.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Elle cristallise dans le système hexagonal ; sa forme primitive est un prisme hexaèdre ou hexagonal régulier, dans lequel le rapport du côté de la base à la hauteur = $\frac{1}{7}$; des clivages imparfaits existent parallèlement à la base et aux pans de la forme primitive.

Les formes simples les plus ordinaires de l'apatite sont des prismes hexagonaux ou dodécagonaux, des di-hexaèdres ; les cristaux qui ont la forme primitive sont le plus souvent striés et cannelés parallèlement à l'axe vertical.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — L'apatite est un chloro-phosphate ou fluophosphate de chaux ; elle est soluble dans les acides chlorhydrique et azotique, sans effervescence et sans résidu ; elle est très-difficilement fusible au chalumeau ; elle contient :

II.

Phosphate calcique . . .	91,13	0,0463	3	} Chaux	49,65	13,94	3	} Ca ³ Ph ⁵ .			
					} Acide phosphorique	41,48	23,94		5		
Fluo-chloru ^{re} de calcium	8,87	0,154	1	} Chlore		2,71	0,012	} 2			
					} Fluor					2,21	0,019



GISEMENTS. — L'apatite se trouve :

1° Dans les terrains cristallins ; en petits filons dans le granite, la pegmatite (Limoges) ; elle accompagne la cassitérite (Cornouailles, Bohême, Saxe), la magnétite (Suède, Norwége, Laponie) ; elle forme des nids et des rognons dans le schiste talqueux de Zillerthal et des cristaux dans les schistes chloriteux d'Ala ; au St-Gothard, elle accompagne l'albite.

2° Elle se trouve dans les roches volcaniques, sur les bords du Rhin, au lac de Laach, à Albano, au cap de Gate et à Jumilla en Espagne, à Montferrier (Hérault), à Beaulieu dans les Bouches-du-Rhône.

3° Dans le terrain silurien du Canada ;

4° Dans les argiles du terrain houiller (Allier à Fins), dans le terrain jurassique, le

terrain crétacé (Vissant dans le Pas-de-Calais, au cap la Hève), dans les argiles tertiaires (Auteuil).

Dans ces divers gisements des terrains sédimentaires, l'apatite se montre en rognons irrégulièrement disséminés.

Les variétés concrétionnées se présentent en masses réniformes, d'un gris jaunâtre passant au brun, ou d'un gris de cendre ou gris bleuâtre.

Les variétés compactes de l'Estrémadure ont une cassure unie passant à la cassure conchoïdale; elles passent quelquefois à des masses terreuses.

L'ostéolite est une variété terreuse, blanche et pulvérulente comme de la craie.

Les coprolithes sont des rognons de phosphate de chaux d'origine organique, qui se trouvent dans les terrains sédimentaires (lias, craie, tertiaire).

L'Exposition de 1867 renfermait de beaux échantillons d'apatite de la Prusse, dite hyperphosphate de chaux.

USAGES. — Les coprolithes sont exploités en Angleterre et en France; on les emploie pour l'amendement des terres. Les plantes et les céréales en particulier, contiennent une certaine quantité de divers phosphates; l'agriculture recherche les moyens de le leur fournir en enrichissant le sol par le phosphate de chaux, réduit en poudre, afin de le rendre plus facilement assimilable.

M. de Molon a entrepris, depuis plusieurs années, la recherche des gisements de phosphate de chaux, qu'il a reconnus, dans le terrain crétacé de trente-neuf de nos départements.

La plupart de ces gisements ne constituent pas des amas épars et indépendants, mais sont liés entre eux; ils peuvent être considérés comme les affleurements d'un ou de plusieurs bancs continus. Ces

gisements ont été reconnus dans tout le pourtour du mamelon jurassique du Boulonnais (Pas-de-Calais) et dans une partie des départements des Ardennes, de la Meuse, de la Marne, de la Haute-Marne, de l'Aube et de l'Yonne. Ils dessinent dans ces départements une zone d'environ 400 kilomètres de longueur sur environ 10 kilomètres de largeur.

Le phosphate calcique n'est pas exclusivement localisé dans les grès verts inférieurs; il en existe dans tous les étages du terrain crétacé.

On le trouve aussi dans la Côte-d'Or (Pontailler-sur-Saône), dans la Haute-Saône (Villeclair, Tremblay et Virey), dans les départements du Jura, de l'Isère, de la Seine Inférieure, du Calvados, des Alpes-Maritimes, etc.

L'exploitation du phosphate calcique est devenue une industrie considérable; plus de cinquante usines préparent les nodules de phosphate de chaux pour les besoins agricoles. Cette substance est recherchée comme un engrais réparateur de première importance. Les nodules ne subissent qu'une simple pulvérisation; leur poussière est employée comme le noir animal.

L'action du phosphate calcique est plus lente et plus durable que celle du noir animal. En Bretagne on l'emploie à raison de 500 à 600 kilogrammes par hectare.

MM. de Lanouë, de Meugy et quelques autres géologues ont signalé les divers gisements de phosphate de chaux fossile de la France. L'extraction de cette substance est d'une grande importance en agriculture, car la restitution de phosphate calcique, que le sol cultivé en France exige annuellement, abstraction faite des contrées qui en sont naturellement pourvues, n'est pas évaluée à moins de deux millions de tonnes. Nos départements de l'Est, qui ren-

ferment des gisements de nodules de phosphate calcique, sont destinés à devenir le siège d'une exploitation active, qui sera une nouvelle source de richesses pour ces contrées.

La delvauxite est un phosphate calcique hydraté, d'un brun de châtaigne, à éclat résineux.

E. Arséniates.

7^e Espèce : *Pharmacolite* (Karsten.). *Arsénite. Chaux arséniatée.*

CARACTÈRES. — Substance blanche ou rose, en aiguilles ou en petits mamelons fibreux, cristallise dans le système clino-rhombique; densité = 2,7; dureté = 2,5; soluble dans l'acide azotique, odeur d'ail sur le charbon, fusible en émail blanc. $\text{Ca}^2\text{As}^5 + 6\text{Aq} = 2\text{CaO}, \text{AsO}^5, 6\text{HO}$.

8^e Espèce : *Haidingerite* (Turner.).

CARACTÈRES. — Substance blanche en petits cristaux dérivant d'un prisme ortho-rhombique, très-rare: $\text{Ca}^2\text{As}^5 + 3\text{Aq} = 2\text{CaO}, \text{AsO}^5, 3\text{HO}$.

9^e Espèce : *Berzéliite.*

Substance d'un jaune de miel amorphe: $\text{Ca}^2\text{AS}^5 = 2\text{CaO}, \text{ASO}^5$.

F. Antimonite.

10^e Espèce : *Roméine* (Damour).

CARACTÈRES. — Substance d'un jaune de miel ou d'un rouge hyacinthe, en petits quadroctaèdres, raie le verre; sa densité = 4,7; sur le charbon, au chalumeau, elle donne des fumées blanches antimo-

niales ; elle a été trouvée dans la mine de manganèse de Saint-Marcel : $\text{CaSb}^5 = \text{CaO}, \text{SbO}^5$. Les titanates et les tantalates de chaux sont des espèces rares et sans importance.

G. Tungstates.

11^e Espèce : Schéelite. Schéelin calcaire (H.). Tungstate de chaux. Chaux tungstatée.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La schéelite est une substance vitreuse blanche ou jaunâtre, rarement transparente, le plus souvent translucide, d'un éclat adamantin, tantôt vif, tantôt faible ; sa densité = 6,2 ; sa dureté = 4,5.

Elle cristallise dans le système quadratique avec des traces de clivage octaédrique et un autre plus sensible parallèle à la base du prisme à base carrée. Tantôt elle cristallise en gros cristaux octaédriques plus ou moins surbaissés et chargés de diverses faces, blancs avec un éclat adamantin assez vif ; tantôt elle cristallise en très-petits cristaux octaédriques, souvent aigus, oblitérés, à surfaces courbes, d'un blond plus ou moins foncé, recouvrant une gangue qui leur sert de support.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La schéelite se dissout en partie dans l'acide azotique en laissant un résidu d'acide tungstique ; au chalumeau, elle est difficilement fusible en un verre transparent ; avec les fondants, elle présente les réactions du tungstène ; elle contient :

		Oxygène.	Rapports.
Chaux.	49,400	5,45	1
Acide tungstique . .	80,417	16,27	3
	<u>99,817</u>		



Cette substance accompagne ordinairement le wolfram.

II. Silicates.

1° *Wollastonite*. 2° *Wöhlérîte* (*Schéerer*).

Substance d'un jaune de miel ou d'un brun rougeâtre, en cristaux, lames ou grains, clino-rhombique, contient 15 p. 0/0 d'acide niobique.

2° Genre : *Baryum*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $Ba = 68,5$.

Les composés barytiques chauffés au chalumeau à la flamme intérieure, donnent à la flamme extérieure une coloration très-sensible verte ou vert-jaunâtre.

Ils colorent en vert la flamme de l'alcool. La présence de la soude empêche de distinguer la coloration verte particulière à la baryte.

Les composés barytiques solubles précipitent en blanc par l'acide sulfurique.

COMPOSÉS NATURELS BARYTIQUES. — Les minéralogistes admettent plusieurs espèces barytiques, mais les deux plus importantes sont la barytine et la whitérite :

1° *Withérite* ou baryte carbonatée = $BaC^2 = BaO, CO^2$; 2° *baryto-calcite* = $BaC^2 + CaC^2 = BaO, CO^2 + BaO, CO^2$; 3° *barytine* ou baryte sulfatée = $BaS^5 = BaO, SO^5$; 4° *dréelite* = $3BaS^5 + CaS^5 = 3BaO, SO^5 + CaO, SO^5$.

1^{re} *Espèce* : *Withérite* (*Wern.*). *Barolite*. *Baryte carbonatée* (*H.*). *Carbonate barytique*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La withérite se pré-

sente en cristaux isolés, en masses cristallines ou en masses concrétionnées formées de fibres fines intimement soudées ; dans les masses cristallines, la cassure est inégale, un peu esquilleuse, avec un éclat un peu résineux, tandis que les faces naturelles sont le plus souvent recouvertes d'une sorte d'enduit pulvérulent dans les variétés fibreuses, la cassure est esquilleuse, avec un éclat soyeux particulier très-vif ; ces masses sont translucides, blanches ou jaunâtres.

Les cristaux de withérite ont un éclat vitreux ; ils sont incolores et transparents ou translucides, quelquefois blancs ou un peu jaunâtres ; leur densité = 4,3 ; leur dureté = 3,5 ; ils jouissent de la double réfraction à deux axes.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La withérite cristallise dans le système ortho-rhombique ; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $118^{\circ}, 30'$, dans lequel le côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{2,5}{1,6}$; des clivages distincts ont lieu parallèlement aux faces latérales ou pans du prisme.

La forme primitive est très-rare ; les formes habituelles sont des prismes hexagonaux et des doubles pyramides hexagonales. Ces cristaux hexagonaux sont très-rarement simples, le plus souvent ils sont maclés et formés par six cristaux alternativement hémitropes et disposés autour de l'axe vertical.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La withérite fait lentement effervescence avec les acides ; pour l'activer, il faut chauffer ; au chalumeau, elle décrépète, colore la flamme en vert jaunâtre et fond en un globule limpide qui devient opaque par le refroidissement ; elle contient :

		Oxygène.	Rapports.
Baryte.	78	8,15	1
Acide carbonique. . .	22	15,91	2
	<u>100</u>		

Formule : $BaC^2 = BaO, CO^2$.

GISEMENTS. — La withérite se présente dans la nature en cristaux implantés dans les filons, en masses circulaires, fibreuses, et même en masses compactes, formant la gangue de certains filons métallifères ; c'est principalement comme gangue plombreuse qu'on la trouve en Angleterre (à Anglesack dans le Lancashire, à Snailback dans le Shropshire, à Alston-Moor dans le Cumberland), en Styrie (mine de Steinbauer), en Silésie (à Léogaag).

USAGES. — La withérite cristalline qui se trouve dans le commerce, sert principalement, dans les fabriques, pour la préparation de l'azotate, du sulfate artificiel et du chlorure barytique.

Dans les laboratoires, on emploie le carbonate naturel ou artificiel pour précipiter à froid l'oxyde ferrique et pour le séparer des divers protoxydes.

On s'en sert aussi pour empoisonner les rats.

2^e Espèce : *Baryto-calcite (Brookes)*.

Carbonate de chaux et de baryte.

Le carbonate de baryte forme avec le carbonate calcique trois combinaisons ou mélanges, qui ont été considérés comme espèces par la plupart des minéralogistes, ce sont : 1^o le néotype (Breith), en rhomboédres ; 2^o l'alstonite, ortho-rhombique ; 3^o le baryto-calcite, clino-rhombique.

Le carbonate baryto-calcique est très-rare, on le trouve à Alston-Moor en Cumberland, à Fallowfield dans le Northumberland.

5^e Espèce : *Barytine* (Beud). *Baryte sulfatée* (H.).
Spath pesant. *Barosélénite*. *Sulfate barytique*.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La barytine se trouve à l'état cristallin, fibreux, saccharoïde, compacte et terreux ; elle est ordinairement blanche et jaunâtre, et présente quelquefois des nuances de bleu, de vert, de rouge et de brun : le jaune est souvent dû au fer et le rouge au cinabre ; elle est plus souvent transparente, avec la double réfraction à deux axes ; son éclat est vitreux, d'ordinaire assez vif, quelquefois un peu résineux : sa dureté = 3,5 ; sa densité = 4,5.

Fig. 242.

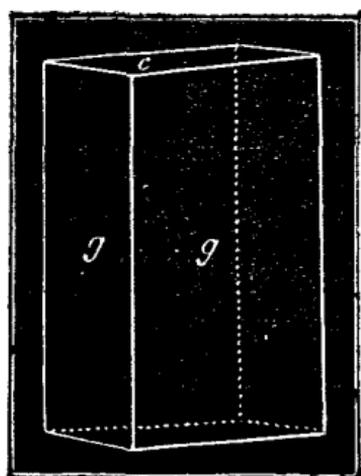
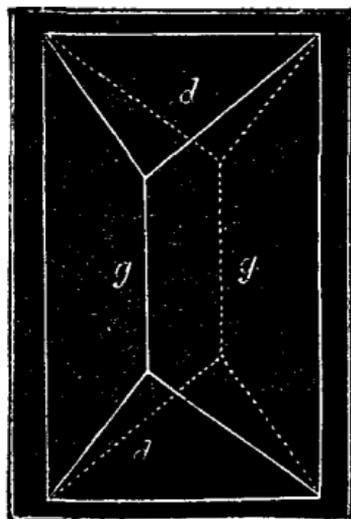


Fig. 243



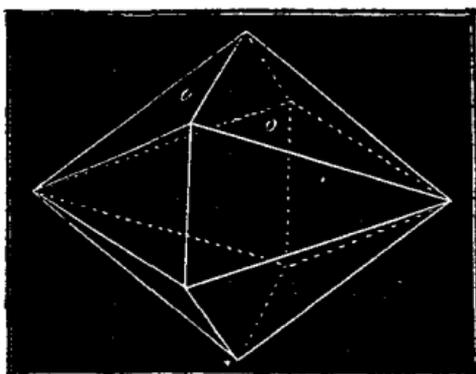
CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES ET MORPHOLOGIQUES. — La barytine cristallise dans le système ortho-rhombique ; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $101^{\circ}, 42'$, dans lequel un côté de la base est à la hauteur dans le rapport $\frac{50}{51}$; elle offre trois clivages parallèles aux faces de la forme primitive.

Les cristaux de barytine sont très-nombreux,

Haüy en a décrit plus de 80 ; mais ils peuvent se grouper en cinq formes dominantes principales, savoir :

1° Le prisme ortho-rhombique (fig. 242), soit sans aucune modification (mines de Kapnick, de Nagyag

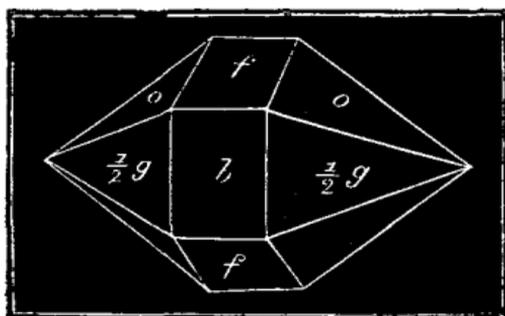
Fig. 244.



en Transylvanie, d'Alston-Moor), soit avec les tronçatures sur les angles ou sur les arêtes (mines de Felsobanya en Hongrie, de Freiberg).

2° Le prisme droit rectangulaire porte des biseaux sur ses faces verticales, mais il n'est jamais

Fig. 245.



simple (cristaux de Schemnitz en Hongrie, du Hartz, de la Saxe, d'Almaden, etc), c'est la forme la plus ordinaire de la barytine à l'état de gangue dans les filons métallifères.

3° Le prisme droit rhomboïdal de $102^{\circ}, 9'$, terminé par un biseau aigu (fig. 243). Cette forme donne naissance à un assez grand nombre de cristaux, mais peu de localités en fournissent (cristaux de l'Auvergne, de Roure et Royat dans le Puy-de-Dôme).

4° Le prisme rhomboïdal droit de 90° , terminé par un biseau obtus, cristaux très-rares.

5° L'octaèdre rectangulaire, portant des facettes, ou tronqué au sommet (cristaux rares). Auvergne, Felsobanya en Hongrie (fig. 244 et 245).

Outre les formes simples, la barytine présente des groupements : un des plus simples est celui connu sous le nom de barytine crêtée, composée de cristaux très-petits, disposés en sphère, et venant affleurer à la surface. Les formes de structure sont, la barytine :

1° Lamellaire et laminaire, variété disposée en lamelles ou en lames ;

2° Bacillaire, en barres ou en baguettes, striées dans la longueur ;

3° Concrétionnée, en stalactites fibreuses à l'intérieur, présentant des nuances diverses, généralement brunes, qui paraissent dues à des matières organiques. Ces masses ont parfois une structure particulière, un peu scoriacée, contournée, qui leur a fait donner le nom de pierres de tripes ;

4° Saccharoïde, la variété saccharoïde à l'aspect du marbre statuaire, quelquefois aussi il y a des variétés à cassure terreuse ;

5° Compacte, enfin elle se trouve à l'état compacte, comme gangue des filons.

Le phosphore de Bologne était obtenu avec une variété radiée ou compacte de barytine phosphorescente, calcinée avec des matières organiques ; cette matière exposée à l'action solaire pendant quelques secondes, luisait dans l'obscurité.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La barytine est insoluble dans l'eau et dans les acides; au chalumeau, elle est difficilement fusible en un émail blanc; à la flamme intérieure, elle se décompose en partie et donne un sulfure de baryum qui, posé humide sur une pièce d'argent, la noircit; elle contient :

		Oxygène.	Rapports.
Baryte.	65,33	6,83	1
Acide sulfurique . .	34,22	20,49	3
	<hr/> 99,55		

Formule : $BaS^5 = BaO, 3SO^5$.

GISEMENTS. — La barytine se rencontre dans un grand nombre de localités; elle se trouve en filons, dans lesquels elle est la seule matière de remplissage (Auvergne, etc.), où dans lesquels elle forme la gangue de minerais métallifères (Hongrie, Hartz, Saxe, Cumberland, Savoie, Alpes, etc.). Elle se trouve aussi disséminée irrégulièrement dans les terrains stratifiés (Mont-d'Or-Lyonnais, Chessy, Autun, Alençon, etc.). Dans les filons métallifères, la barytine n'est pas fréquemment mélangée d'une manière intime avec les minerais: les diverses espèces minérales sont enchevêtrées les unes aux autres ou même séparées.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES. — La barytine est employée dans l'industrie comme fondant, surtout dans la métallurgie du plomb, comme réactif et comme couleur blanche remplaçant partiellement la céruse; les fabricants de papiers peints en font une grande consommation; on l'emploie aussi comme falsification, concurremment avec le kaolin pour donner du poids et un certain lustre aux pâtes du papier et du carton.

M. Kuhlman, de Lille, fabrique en grand le sulfate de baryte artificiel.

Dans les fabriques de produits chimiques, on se sert de la barytine naturelle pour préparer les divers sels barytiques, tels que le sulfure, le carbonate, l'azotate, l'acétate.

3^e Genre : *Strontium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $St = 43,75$.

Les composés du strontium, au chalumeau, chauffés au bout du fil de platine à l'extrémité de la flamme intérieure, communiquent à la flamme extérieure une couleur d'un rouge carmin, dont la teinte est un peu différente de celle que donne la lithine.

La flamme de l'alcool est colorée en rouge carmin par les composés de strontium.

COMPOSÉS NATURELS DE STRONTIUM.— On ne connaît que deux espèces minérales strontianiques, savoir : 1^o *strontianite* = $StC^2 = StO, CO^2$; 2^o *célestine* = $StS^5 = StO, SO^5$.

1^{re} Espèce : *Strontianite. Strontiane carbonatée (H)*.

CARACTÈRES. — La strontianite se rencontre en masses cristallines, en masses concrétionnées, fibreuses, incolores, jaunâtres ou verdâtres (pierre d'asperge); les cristaux ont un éclat vitreux, un peu gras sur les surfaces de cassure; ils ont la double réfraction à deux axes, transparents ou translucides, densité = 3,8, dureté = 3,5.

Elle cristallise dans le système ortho-rhombique; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $117^{\circ}, 19'$, avec des clivages parallèles aux pans du prisme.

Elle est soluble dans les acides; difficilement fusible au chalumeau, elle contient :

	Oxygène.	Rapports.
Strontiane.	70	1
Acide carbonique. . . .	30	2
	100	

Formule : $\text{StC}^2 = \text{StO}, \text{CO}^2$.

La strontianite existe comme matière de remplissage de filons dans un petit nombre de localités, au cap Strontium et à Lead-Hills en Écosse, associée à la galène; à Braünsdorf, elle accompagne la pyrite.

La strontiano-calcite ou calcaire strontianifère se présente en sphéroïdes composés d'aiguilles cristallines, terminées en rhomboèdres aigus.

2^e Espèce : Célestine (Beud.). Cœlestin (W.). Strontiane sulfatée (H.).

CARACTÈRES PHYSIQUES. — La célestine est quelquefois blanche et limpide, le plus souvent, elle a une nuance légèrement bleuâtre ou bleu céleste; elle jouit de la double réfraction positive à deux axes; son éclat est vitreux et nacré, parfois très-vif et moins résineux que celui de la barytine; sa cassure est lamelleuse, parfois conchoïdale; sa densité varie de 3,9 à 4, sa dureté = 3,5.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La célestine cristallise dans le système ortho-rhombique: sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de $103^{\circ}, 58'$, dans lequel le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur est $\frac{50}{57}$, avec un clivage facile parallèlement à la base de la forme primitive et des clivages moins parfaits selon les pans du prisme.

La célestine est isomorphe à la barytine; ses cris-

taux affectent les mêmes formes, mais, en général, ils sont moins gros et moins nets. Elle se trouve en cristaux, en masses cristallines, lamelleuses, fibreuses, saccharoïdes et compactes.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Au chalumeau, elle décrépite et fond en un émail blanc-laiteux; à la flamme extérieure, elle donne de la strontiane caustique; traitée par la soude et le charbon, puis humectée d'acide chlorhydrique, elle colore la flamme du chalumeau en pourpre ou en rouge carmin, ce qui la distingue de la barytine; elle contient :

	Oxygène.	Rapports.
Strontiane.	56,50	1
Acide sulfurique. . . .	43,50	3
	<hr/> 100,00	

Formule : $\text{StS}^3 = \text{StO}, \text{SO}^3$.

GISEMENTS. — La célestine se trouve rarement comme matière de remplissage des filons métallifères (Fassa dans le Tyrol); son gisement le plus habituel est dans les couches et les amas de gypse et de sel gemme, ou dans les marnes qui les accompagnent, où elle forme des veinules, des veines ou des rognons (Salzbourg, Bex, Bristol, environs de Toul, Montmartre, marnes soufrées de la Sicile).

USAGES. Les composés de strontium n'ont pas d'usages industriels; dans les arts, on ne se sert de la strontiane que pour colorer en rouge les feux pyrotechniques; à cet effet, on emploie l'azotate ou le chlorure qui s'obtiennent au moyen de la célestine ou de la strontianite.

Tableau résumé des espèces de la famille des Calcides.

1	a.	Substance donnant les réactions calciques	2
	b.	— — barytiques ou strontianiques	7
2	a.	Substance dégageant par l'acide sulfurique des vapeurs blanches d'acide fluorhydrique, système cubique; densité = 3,16	<i>Fluorine.</i>
	b.	Substance ne dégageant pas des vapeurs qui attaquent le verre	3
3	a.	Substance soluble avec effervescence dans les acides : 1° Cristallisant dans le système hexagonal ou rhomboédrique	<i>Calcaire.</i>
		2° Cristallisant dans le système ortho-rhombique	<i>Arragonite.</i>
	b.	Substance soluble sans effervescence ou non soluble dans les acides	4
4	a.	Substance soluble sans effervescence dans les acides	5
	b.	Substance insoluble sans effervescence dans les acides	6
	a.	Soluble sans résidu, très-facilement fusible, système hexagonal	<i>Apatite.</i>
	b.	Soluble sans odeur alliagée sur le charbon : 1° Système clino-rhombique	arséniates { <i>Pharmacolite</i> <i>Haidingerite.</i> <i>Berzéliite.</i>
5		2° Système ortho-rhombique	
		3° Amorphes	
	c.	Soluble sans fumées antimoniales, système quadratique	<i>Roméine.</i>
	d.	Soluble avec un dépôt jaune, système quadratique	<i>Schéelite.</i>
6	a.	Au chalumeau s'exfolie et blanchit en donnant de l'eau, système clino-rhombique; dureté = 2	<i>Gypse.</i>
	b.	Au chalumeau ne s'exfolie pas et ne donne pas d'eau par calcination, système ortho-rhombique; dureté = 3,5	<i>Anhydrite.</i>
7	a.	Substance donnant les réactions barytiques	8
	b.	— — strontianiques	9
8	a.	Substance lentement soluble avec effervescence dans les acides	<i>Withérite.</i>
	b.	Substance insoluble dans les acides et dans l'eau	<i>Barytine.</i>
9	a.	Soluble dans les acides avec effervescence	<i>Strontianite.</i>
	b.	Insoluble dans les acides	<i>Célestine.</i>

4^e Famille : Potassides.

GENRES : POTASSIUM. SODIUM. LITHIUM. AMMONIUM.

1^{er} Genre : Potassium ou Kalium.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $K = 39$.

Les composés potassiques colorent la flamme du chalumeau en violet pâle, les sels sodiques masquent la coloration, mais elle devient apparente en regardant la flamme à travers un verre bleu.

COMPOSÉS NATURELS POTASSIQUES. — Le potassium est très-répandu dans la nature ; il se trouve dans un grand nombre de minéraux (feldspaths, etc.) et dans les végétaux ; mais il ne forme qu'un petit nombre d'espèces minérales à composition simple : 1^o *nitre* ou azotate potassique $KAz^3 = KO, AzO^3$; 2^o *arcanite* ou sulfate potassique $= KS^5 = KO, SO^5$; 3^o *sylvine* $= KCl$; 4^o *kalicine* ou bi-carbonate potassique.

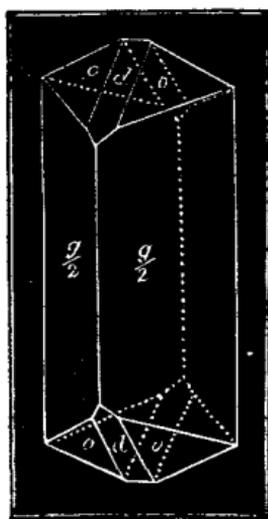
1^{re} Espèce : Nitre. Salpêtre. Potasse nitratée.
Azotate potassique.

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Le nitre se présente en général en efflorescences ou en petites houppes cristallines à la surface des murailles, des plaines sablonneuses et des roches calcaires ; il est ordinairement blanc, transparent ou au moins translucide avec un éclat vitreux ; sa densité $= 1,9$; sa dureté, supérieure à celle du gypse, est de 2,5 ; sa cassure est conchoïdale.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le nitre cristallise dans le système ortho-rhombique ; sa forme

primitive est un prisme rhomboïdal droit de $109^{\circ}, 10'$, dans lequel le rapport d'un côté de la base à la hauteur est de $\frac{5}{3}$, avec des clivages parallèles aux pans. Les fig. 244, 245, 246, 247, 248 représentent les formes les plus ordinaires des cristaux; ce sont des prismes hexagonaux ou des tables rectangulaires

Fig. 246.



dérivant de la forme primitive; le plus souvent, ils sont maclés par suite de l'accolement de plusieurs cristaux.

Le nitre présente un dimorphisme fort remarquable; à une haute température, il cristallise en rhomboèdre de $105^{\circ}, 30'$.

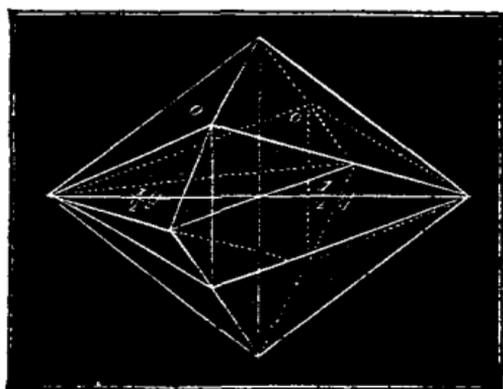
CARACTÈRES CHIMIQUES. — Il est soluble dans l'eau; facilement fusible; sur les charbons ardents, il déflagre; il contient :

		Oxygène.	Rapports.
Potasse	46,46	7,87	1
Acide sulfurique . . .	53,54	39,54	3
	100,00		

Formule : $\text{KAz}^5 = \text{KO}, \text{AzO}^5$.

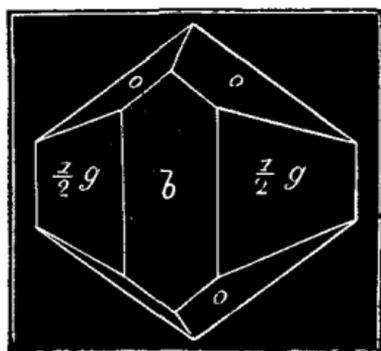
GISEMENTS. — Le nitre se forme constamment dans les sols poreux qui contiennent des matières alca-

Fig. 247.



lines et des matières organiques. Dans quelques localités, on réalise artificiellement ces conditions en construisant des tas dans lesquels se trouvent des matériaux calcaires, des alcalis et des matières organiques.

Fig. 248.



Le nitre se produit aussi sur les murs des constructions calcaires ou recouvertes de plâtre en présence des substances alcalines, des matières organiques et d'une humidité constante (voir notre *Guide de Chimie industrielle*).

Dans tous les pays, le nitre se trouve avec une certaine abondance; la Pouille, en Italie, est célèbre par quelques nitrières naturelles; la Hongrie, l'Ukraine, la Podolie, l'Égypte, l'Arabie, la Perse, fournissent une quantité considérable de nitre.

USAGES. — Le nitre est employé dans l'industrie principalement pour la fabrication de la poudre; dans les laboratoires, on s'en sert comme réactif oxydant et pour préparer l'acide azotique; il entre dans la composition de quelques verres et de quelques médicaments.

2^e Espèce : *Arcanite (Haid). Apthalose (Beud.)*.
Potasse sulfatée. Sulfate potassique.

CARACTÈRES. — L'arcanite est une substance blanche, accidentellement colorée en bleu ou en vert par le cuivre, transparente, d'un éclat vitreux; elle raie le gypse; sa densité = 1,73; sa cassure est conchoïdale.

L'arcanite cristallise dans le système ortho-rhombique; sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de 120°, 30'; il simule souvent le prisme hexagonal, soit par les cristaux simples qui, d'ailleurs, sont rares, soit par des cristaux groupés. Elle est peu soluble et a une saveur amère; au chalumeau, elle décrépite et fond; à la flamme intérieure, elle se réduit en sulfure; elle est composée de :

		Oxygène.	Rapports.
Potasse	54,07	8,96	1
Acide sulfurique . . .	45,93	27,05	3

100,00

$KS^3 = KO, SO^3$.

L'arcanite est très-rare ; on la trouve en petite quantité parmi les produits des volcans. La kalicine est un bicarbonate de potasse hydraté (Valais) ; la carnalite cristallise dans le système ortho-rhombique.

2^e Genre : Sodium ou Natrium.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Na} = 23$.

Les sels sodiques colorent en jaune la flamme extérieure du chalumeau, lorsqu'on les chauffe à la flamme intérieure, au bout du fil de platine.

Ils colorent aussi en jaune la flamme de l'alcool.

COMPOSÉS NATURELS SODIQUES. — Le sodium existe en très-grande abondance dans la nature : il se trouve dans le règne minéral et dans le règne végétal, principalement dans les plantes marines ; ses principaux composés sont :

1^o *Sel gemme* ou salmarc = NaCl^1 ; 2^o *nitratine* ou soude nitratée = $\text{NaAz}^5 = \text{NaO}, \text{AzO}^5$; 3^o *natron* ou soude carbonatée = $\text{NaC}^2 + 10\text{Aq} = \text{NaO}, \text{CO}^2 + 10\text{HO}$; 4^o *trona* ou sesquicarbonate sodique = $\text{NaC}^5 + 2\text{Aq} = 2\text{NaO}, 3\text{CO}^2 + 2\text{HO}$; 5^o *gay-lussite* = $\text{NaC}^2 + \text{CaC}^2 + 5\text{Aq} = \text{NaO}, \text{CO}^2 + \text{CaO}, \text{CO}^2 + 5\text{HO}$; 6^o *mirabilite* ou soude sulfatée = $\text{NaS}^5 + 10\text{Aq} = \text{NaO}, \text{SO}^5, 10\text{HO}$; 7^o *thénardite* = $\text{NaS}^5 = \text{NaO}, \text{SO}^5$; 8^o *glauabérite* = $\text{CaS}^5 + \text{NaS}^5 = \text{CaO}, \text{SO}^5 + \text{NaO}, \text{SO}^5$; 9^o *borax* = $\text{NaBo}^6 + 10\text{Aq} = \text{NaO}, 2\text{BoO}^5, 10\text{HO}$; *thermonatrite* $\text{NaC}^2 + \text{Aq} = \text{NaO}, \text{CO}^2, \text{HO}$.

Le sel gemme est le composé le plus abondant dans la nature ; on le trouve en amas puissants et en couches très-étendues ; il existe dans les eaux d'un grand nombre de sources minérales, de plu-

sieurs lacs ; il entre en une forte proportion dans les eaux des mers.

La nitratine se trouve en dépôts puissants au Pérou ; le carbonate sodique existe en dissolution dans les eaux de plusieurs lacs, en Hongrie, en Egypte, en Asie, en Amérique ; dans plusieurs sources minérales, particulièrement dans celles de Vichy, du Boulou (Pyrénées-Orientales), de Coursan (Aude).

Le sulfate sodique se présente en efflorescences dans certaines roches volcaniques ou en dissolution dans les eaux de certains lacs.

Enfin, le borax se trouve en dissolution dans les eaux de plusieurs lacs de l'Inde.

1^{re} Espèce : Sel gemme. Salmare (Beud). Soude muriatée (H.). Sel commun. Chlorure sodique.

CARACTÈRES PHYSIQUES. Le sel gemme pur est incolore et limpide ; mais il est souvent coloré en gris plus ou moins foncé par des matières terreuses ou organiques ; l'oxyde ferrique le colore parfois en rouge ; on en connaît des variétés violacées, bleuâtres et verdâtres ; sa densité = 2,2, sa dureté = 2 ; sa cassure est lamelleuse, parfois conchoïdale en travers ; il possède la réfraction simple, c'est le plus diathermane de tous les corps connus. Certaines variétés colorées perdent leur couleur lorsqu'elles sont chauffées.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — Le sel gemme cristallise dans le système cubique, sa forme primitive est le cube ; la forme la plus ordinaire des cristaux est le cube, rarement le dodécaèdre rhomboïdal ; l'octaèdre et le cubo-octaèdre ne s'obtien-

ment qu'artificiellement. Le clivage cubique est très-facile, en sorte que les cristaux sont toujours traversés de glaces en trois directions rectangulaires qui conduisent au cube.

Les diverses variétés de forme ou de structure sont : 1° le sel gemme cristallisé ; 2° le sel gemme infundibuliforme, en trémies ou pyramides quadrangulaires creuses ; 3° le sel gemme laminaire ou lamellaire à grandes ou à petites lames ; 4° le sel gemme granulaire en masses grenues ; 5° le sel gemme fibreux ou en masses composées de fibres. Tantôt ces masses n'adhèrent que par une extrémité à la roche voisine et sont alors contournées ; tantôt elles remplissent des fissures en formant des fibres droites et parallèles qui se rejoignent en partant des deux parties opposées de la roche.

CHARACTÈRES CHIMIQUES. — Le sel gemme a une saveur salée caractéristique ; il est soluble dans l'eau, à laquelle il communique sa saveur salée ; quand on le chauffe il décrépète, puis il se fond et se volatilise à une température élevée ; il contient :

		Rapports.	
Sodium	39,66	0,139	1
Chlore	60,34	0,272	2
	<u>100,00</u>		

Formule : NaCl^2 .

GISEMENTS. — Le sel gemme se trouve avec le gypse dans l'étage des marnes irisées (Meurthe, Jura près de Salins et Lons-le-Saulnier, etc.), dans le lias ou l'oolithe (Bex en Suisse, Salzbourg en Tyrol, etc.), dans le terrain crétacé (Cardona en Catalogne, Villefranque près de Bayonne, etc., etc.).

USAGES. — Le sel sert à l'assaisonnement des mets, aux salaisons des viandes, à l'amendement des terres ;

on en fait manger aux bestiaux ; il sert à la fabrication de la soude artificielle, de l'acide chlorhydrique, etc.

Le chlorure sodique est employé comme engrais ; d'après M. Velter, il agit dans une terre riche en matières organiques azotées en se transformant en carbonate sodique. Le chlore est entraîné dans le sous-sol à l'état de chlorure de calcium et le carbonate formé, retenu par la terre, agit sur les matières organiques dont l'oxydation devient facile ; il se forme alors de l'azotate sodique ; la transformation du sel marin en carbonate sodique a lieu très-facilement en présence des sels ammoniacaux, du carbonate calcique et des matières organiques azotées en décomposition.

Ces diverses réactions rendent compte des bons effets produits par les engrais qui renferment du chlorure sodique, tels que les matières fécales, les guanos mouillés par l'eau de mer, les fumiers salés.

B. Azotates.

2^e *Espèce* : *Nitratine* (Haid.). *Natronite*. *Natron salpêtre*. *Nitrate sodique*.

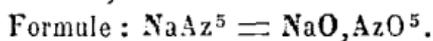
CARACTÈRES PHYSIQUES. — La nitratine ou soude nitratée est en général blanche ou grisâtre avec un léger lustre vitreux, déliquescente, d'une saveur fraîche et un peu amère ; sa cassure est tantôt grenue, tantôt lamelleuse, tantôt conchoïdale ; sa densité = 2,2 ; sa dureté = 1,5 ; elle possède la double réfraction à un axe négatif.

CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES. — La nitratine cristallise dans le système rhomboédrique ; sa forme cristalline est un rhomboèdre obtus de 105°,30',

avec des clivages parallèles aux faces du rhomboédre primitif. Évaporée rapidement, dans certaines circonstances particulières, elle cristallise en prisme rhomboïdal droit de 117 à 118°. La nitratine est donc isomorphe avec le nitre.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Elle fuse sur les charbons ardents, mais moins facilement que le nitre ; elle est soluble dans l'eau avec une saveur amère particulière ; elle contient :

		Oxygène.	Rapports.
Soude	37,20	9,62	1
Acide azotique. . . .	62,80	46,98	5
	<u>100,00</u>		



GISEMENTS. — La nitratine se trouve au Pérou, dans les environs de la baie d'Yquique ; elle forme une couche d'un mètre d'épaisseur sur une étendue de près de quarante lieues, dans les districts de Taropaca et d'Atacama. Elle se rencontre en masses cristallines mêlées de sable et recouvertes d'argile, ce qui indiquerait que le sel sodique est le résidu de l'évaporation de certains lacs anciens.

La nitratine se trouve aussi dans l'Inde où elle se forme journellement, et recouvre le sol d'une efflorescence saline.

USAGES. — On l'exploite pour la fabrication de l'acide azotique.

C. Carbonates.

3^e Espèce : Natron. Carbonate neutre sodique.

CARACTÈRES.—Le natron se présente sous la forme d'efflorescences ou de croûtes terreuses ; dans les laboratoires, il cristallise dans le système clinorhombique, il est soluble dans l'eau et fond à une

faible chaleur dans son eau de cristallisation; il contient :

	Rapports.	
Soude.	21,70	1
Acide carbonique	15,30	2
Eau.	63,00	10
	100,00	



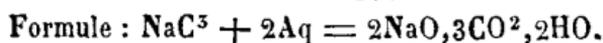
On le trouve dans les lacs salés de la Basse-Egypte, dans les volcans, à la surface des laves et des scories, dans quelques sources minérales.

Ce sel a une grande importance dans les arts.

4^e Espèce : *Trona* (Klaproth.). *Urao*. *Sesquicarbonate sodique*.

CARACTÈRES. — Substance cristalline, grenue, fibreuse ou compacte; sa densité = 2,11; sa dureté varie de 2,5 à 3; soluble dans l'eau; sa saveur est âcre et urineuse, elle cristallise dans le système clinorhombique; elle contient :

	Rapports.	
Soude	28	1
Acide carbonique	40	3
Eau	22	2
	100	



Ce sel nous vient du Fezzan en Afrique et de la Colombie.

5^e Espèce : *Thermonatrite* (Haid.). *Carbonate sodique monohydraté*.

CARACTÈRES. — Substance vitreuse, cristalline, orthorhombique ou efflorescente, incolore, soluble dans l'eau, fusible au chalumeau; elle se trouve dans les lacs de Debretzin en Hongrie, dans la Basse-Egypte, en Colombie avec le natron.

6^e *Espèce* : *Gay-Lussite* (Bouss.), *Natrocalcite*. *Carbonate sodo-calcique*.

CARACTÈRES. — Substance blanche vitreuse, transparente ou opaque ; sa densité = 1,95 ; sa dureté = 2,5 ; cristallise dans le système clino-rhombique, donne de l'eau par calcination ; au chalumeau, décrépite et fond en une perle opaque d'une saveur alcaline très-prononcée, la flamme se colore en jaune-rougeâtre ; elle contient :

		Rapports.
Carbonate sodique	35,86	1
Carbonate calcique	33,80	1
Eau	30,34	5
	100,00	

Formule : $\text{NaC}^2 + \text{CaC}^2 + 5\text{Aq} = \text{NaO}, \text{CO}^2 + \text{CaO}, \text{CO}^2, 5\text{HO}$.

Elle a été trouvée avec le trona ou urao près de Mérida dans l'Amérique méridionale.

D. Sulfates.

7^e *Espèce* : *Mirabilite* (Haid.). *Exanthalose* (Beud.).
Sel de Glauber. *Sulfate sodique hydraté*.

CARACTÈRES. — La mirabilite se présente en cristaux ou plus souvent en amas, composés généralement de masses non cristallines, efflorescentes, ordinairement fibreuses et contournées, blanches et d'une saveur amère, cristallisant en prenant dix équivalents d'eau. Ces masses présentent une demi-transparence avec un léger éclat nacré.

La mirabilite est soluble dans l'eau, elle cristallise dans le système clino-rhombique ; sa densité = 1,56 ; elle donne de l'eau par calcination et est fusible à une légère chaleur ; elle contient :

Echantillon cristallisé.

		Oxygène.	Rapports.
Soude	19,20	4,99	1
Acide sulfurique	24,80	14,86	3
Eau.	56,00	49,78	10
	<u>100,00</u>		

Formule : $\text{NaO}, \text{SO}^5, 10\text{HO}$.*Echantillon amorphe et effleuri.*

		Oxygène.	Rapports.
Soude	35,00	8,95	1
Acide sulfurique	44,80	26,81	5
Eau.	20,20	17,93	2
	<u>100,00</u>		

Formule : $\text{NaO}, \text{SO}^5, 2\text{HO}$.

GISEMENTS.—La mirabilite forme des efflorescences sur les laves récentes du Vésuve et de l'Etna, et sur les trachytes altérés de Pouzzoles; des gites puissants de cette substance ont été découverts dans la vallée de l'Ebre, sur les confins de la Navarre et de la Vieille-Castille; on l'exploite à Alcanadra et à Andossilla; en Catalogne, on connaît les gisements de Calatayud, de Corvera.

La mirabilite se montre quelquefois sur les parois de certaines mines; elle se trouve en dissolution dans les eaux de plusieurs lacs de l'Autriche et de la Hongrie, dans la plupart des sources minérales salées, enfin dans les eaux de la mer d'où on la retire par les procédés qu'a indiqués M. Balard. (Voir notre *Guide pratique de Chimie industrielle* pour tout ce qui regarde les sels de soude.)

8^e Espèce : *Thénardite (Casaseca). Sulfate sodique anhydre.*

CARACTÈRES. — La thénardite se présente en cris-

taux incolores et transparents ou en masses efflorescentes à la surface, blanches et farineuses; sa densité=2,73; elle est soluble dans l'eau, mais ne donne pas d'eau par calcination.

Elle cristallise dans le système ortho-rhombique, ses formes ordinaires sont des octaèdres à base rhombe, remarquables par leurs arêtes très-tranchantes.

GISEMENTS. — La thénardite provient probablement de dépôts laissés par des eaux minérales: le sulfate de soude cristallise anhydre au-dessus de 33°, tandis qu'à une température inférieure, ces cristaux sont hydratés.

On la trouve dans les dépôts gypso-salins des environs d'Aranjuez (Espagne).

9^e *Espèce* : *Glaubérite*. *Brongnartine*. *Polyalithe de Vic*. *Sulfate sodocalcique*.

CARACTÈRES. — La glaubérite est une substance cristalline ou cristallisée; sa couleur ordinaire est le blond ou le jaune, tirant un peu sur le gris, quelquefois elle est colorée en rouge; sa densité varie de 2,72 à 2,73; elle raie le gypse; son éclat est vitreux, quelquefois très-vif; sa cassure est conchoïdale et brillante; elle cristallise dans le système clino-rhombique; au chalumeau, elle décrépité et fond en une perle transparente à chaud, qui devient opaline par refroidissement. L'action de l'eau isole les deux sulfates, dissolvant celui de soude et laissant déposer celui de chaux; l'analyse a donné pour sa composition :

		Oxygène.	Rapports.
Sulfate sodique.	51	0,057	1
Sulfate calcique	49	0,056	1
	100		

Formule : $\text{CaS}^5 + \text{NaS}^5 = \text{CaO}, \text{SO}^5 + \text{NaO}, \text{SO}^5$.

GISEMENTS. — La glaubérite se trouve en général dans les mêmes gisements que le sel gemme, en Espagne (Villa-Rubia), dans la Meurthe (Vic); elle est généralement colorée en rouge par l'oxyde ferrique, tandis qu'au Pérou (Yquique), on l'a trouvée en petits cristaux incolores avec un éclat vitreux très-vif.

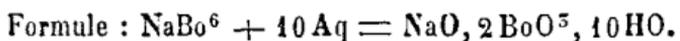
E. Borates.

10^e *Espèce* : *Borax. Tinkal. Soude boratée (H.). Borate sodique.*

CARACTÈRES. — Le borax se présente, dans la nature, en cristaux blancs et opalins; ils sont colorés en gris plus ou moins foncé quand ils sont salis par des matières organiques; ils ont des formes qui dérivent du système clino-rhombique, avec des clivages nombreux et difficiles.

Le borax a une densité de 1,71; sa dureté est peu considérable, il est soluble dans l'eau; il a une saveur douceâtre, il est très facilement fusible au chalumeau en un verre incolore; il est composé de :

		Oxygène.	Rapports.
Acide borique. . .	36,52	25,11	6
Soude.	16,37	4,18	1
Eau	47,10	40,56	10
	<hr/> 99,99		



GISEMENTS. — Le borax se trouve dans certains pays, soit en dissolution dans les eaux de certains lacs, soit comme résidu de l'évaporation de leurs eaux : c'est de l'Inde principalement, que le commerce le retirait; on le trouve aussi à Ceylan, en

Perse, en Chine, en Tartarie, dans le Haut-Pérou.

USAGES. — Depuis quelques années, on fabrique le borax avec l'acide borique des lagoni de la Toscane; ce sel est employé comme fondant dans le travail des métaux et dans les essais au chalumeau. Sur le bord de la Méditerranée on fabrique des engrais à base de potasse, de soude et de magnésie avec les eaux-mères des salins ou marais salants qui bordent le littoral; des gisements considérables de potasse et de magnésie ont été récemment découverts en Prusse.

POTASSES ET SOUDES DE STASSFURT. — Dans le bassin de Magdebourg-Halberstœdt, qui s'étend entre le Hartz et les plaines de la basse Allemagne, à Stassfurt (Saxe), on exploite un puissant gisement de sel gemme recouvert d'une couche de sels très-déliquescents, de potasse et de magnésie, enfoui à 300 mètres au-dessous du sol, au milieu du grès bigarré. L'épaisseur de 187 mètres, explorée jusqu'à ce jour, se divise en quatre parties principales : 1° *anhydrite*, 107 mètres, bancs de sel gemme de 0^m,09 en moyenne; 2° *polyhalite*, 31^m,50 (CaO, SO³ + MgO, SO³ + KO, SO³ + 2HO); 3° *kiéserite* (MgO, SO³, HO), 28 mètres, succession de bancs de sel gemme (65 p. 0/0); de kiéserite (17 p. 0/0) et de chlorure double de potassium et de magnésium (13 p. 0/0); 4° *kalisalz* ou carnallite (KCl + 2MgCl + HO), 20^m,30 renfermant : carnallite (55 p. 0/0), sel gemme (25 p. 0/0), kiéserite (16 p. 0/0); on y rencontre aussi de la tachydrite (CaCl + 2MgCl + 2HO), de la sylvine et de la kainite [(2MgO, SO + 3HO) + KCl] et aussi de la boracite (3MgO, 4BoO).

Le kalisalz livré à l'industrie, qui en retire le chlorure de potassium, revient à 0^f,65 ou à 0^f,75,

il est vendu 1 fr. et 1^f,25 ; on en a extrait depuis le commencement de l'exploitation :

1861	1862	1863	1864	1865	1866
2,500,000 ^k	49,500,000	71,000,000	115,500,000	82,000,000	150,000,000

L'immense production de l'industrie de Stassfurt a fait diminuer la valeur des sels de potasse et a permis d'étendre considérablement les usages du chlorure de potassium pour fabriquer le salpêtre, le chlorate de potasse, les chromates et l'alun ; enfin, d'amener en Allemagne, en Angleterre et en France, à la création de l'industrie, de la potasse artificielle.

Une autre influence importante de cette découverte a été de permettre l'emploi des engrais potassiques recommandés dans beaucoup de cultures, et notamment dans celle des plantes fourragères et industrielles (trèfle, betterave, etc.).

Les fabricants de Stassfurt préparent les engrais potassiques non concentrés, en calcinant les deux produits accessoires de la fabrication du chlorure avec du kalisalz brut ou de la kiéserite ; ce sont : 1° *rohes schwefelsaures kali* (18 à 20 p. 0/0 de KO, SO⁵, 42 p. 0/0 NaCl) ; 2° *kalidünger* (18 à 20 p. 0/0 KO, SO⁵, 14 à 18 p. 0/0 MgO, SO⁵, 20 à 24 p. 0/0 CaO, SO⁵, 12 à 18 p. 0/0 NaCl). Ils préparent aussi les engrais concentrés, chlorures à différents degrés de pureté, sulfates provenant de la décomposition du chlorure par la kiéserite et le kalisuperphosphat, mélange d'hyperphosphate de chaux et de sulfate de potasse.

Cette nouvelle industrie des potasses et soudes de Stassfurt permettra d'abaisser le prix de ces produits qui viennent de l'étranger et affranchira les États du Zollverein du tribut de 5,000,000 kilog. de soude payé chaque année aux producteurs étrangers.

3^e Genre : *Lithium*.

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule $\text{Li} = 7$.

Tous les composés lithinifères chauffés au chalumeau, au bout du fil de platine et dans la flamme intérieure, communiquent à la flamme extérieure une couleur très-vive d'un rouge-carmin.

La couleur caractéristique est bien plus apparente quand on chauffe le composé lithinifère mélangé avec un flux formé de 1 partie de fluorine et de 2 parties de bi-sulfate potassique.

La plupart des sels de lithine communiquent à la flamme de l'alcool une coloration rouge-carmin très-vive.

COMPOSÉS NATURELS LITHINIFÈRES.— Le lithium se trouve en proportion assez faible dans un petit nombre de minéraux que nous connaissons déjà, savoir : la pétalite, la triphane, la tourmaline, le mica, la lépidolite (voir ces divers minéraux dans la sous-classe des silicates).

4^e Genre : *Ammonium*.

Radical composé et hypothétique ayant pour formule AzH^4 ou $\text{Am} = 18$.

Les composés ammoniacaux chauffés dans le tube fermé se volatilisent et se décomposent en partie : un papier rouge de tournesol placé dans le tube bleuit fortement.

Chauffés dans le tube ouvert, avec la chaux ou la potasse, ils laissent dégager le gaz ammoniac, reconnaissable à son odeur.

COMPOSÉS NATURELS AMMONIACAUX. — Dans la nature on trouve deux sels ammoniacaux en efflorescences, en cristaux ou en masses cristallines peu abondantes, produits par les volcans ou par la combustion lente de certaines matières d'origine organique ; ces sels sont : 1° le chlorhydrate ou chlorure ammoniac, salmiac = AzH^4Cl ; 2° le sulfate ammoniac ou mascagnine $\text{AzH}^4\text{O},\text{SO}^5 = \text{AzH}^4\text{S}^5$.

1^{re} *Espèce* : *Salmiac* (Beud.). *Chlorure ammoniac.*
Sel ammoniac.

CARACTÈRES. — Le salmiac se présente en croûtes d'un gris sale, cavernueuses ou en beaux cristaux transparents, incolores, avec des formes du système cubique ; densité = 1,52 ; dureté = 2 ; sa saveur est piquante, il se volatilise sur les charbons ardents. On le rencontre dans les houillères embrasées de Saint-Étienne (Loire), dans les déjections volcaniques de l'Etna, du Vésuve, dans les solfatares de Pouzzoles, de Bourbon.

2^e *Espèce* : *Mascagnine*. (Reuss). *Sulfate ammoniac, ammoniacque sulfatée.*

CARACTÈRES. — Substance blanche, solide, amère, piquante, en efflorescences ou en cristaux dérivant du système ortho-rhombique, inaltérable à l'air, mais s'effleurit à l'air chaud, volatile à une haute température ; se trouve dans les lagoni de la Toscane et sur les laves récentes de l'Etna et du Vésuve.

On connaît encore le carbonate et le phosphate ammoniacs comme résultats de l'altération de substances organiques.

Tableau résumé des espèces de la famille des Potassides.

1	a.	Substance donnant les réactions potassiques.	2
	b.	— — sodiques ou lithiniques ou ammoniques.	3
2	a.	Substance d'une saveur fraîche et piquante, déflagre sur les charbons.	<i>Nitre.</i>
	b.	Substance d'une saveur amère, ne déflagre pas sur les charbons ardents	<i>Arcanite.</i>
3	a.	Substance donnant les réactions ammoniques	4
	b.	— — sodiques ou lithiniques.	5
4	a.	Substance efflorescente à l'air chaud, volatile à une haute température, système ortho-rhombique.	<i>Mascagnine.</i>
	b.	Substance non efflorescente à l'air chaud, facilement volatile, système cubique	<i>Salmiac.</i>
5	a.	Substance donnant les réactions sodiques	6
	b.	— — lithiniques (voir <i>Pétalite, Triphane, etc.</i>).	
6	a.	Substance cristallisant dans le système cubique, saveur amère.	<i>Sel gemme.</i>
	b.	Substance ne cristallisant pas dans le système cubique.	7
7	a.	Substance cristallisant dans le système rhomboédrique, fuse sur les charbons.	<i>Nitratine.</i>
	b.	Substance cristallisant dans le système ortho-rhombique ou clino-rhombique.	8
8	a.	Substance soluble avec effervescence dans les acides	9
	b.	Substance insoluble ou soluble sans effervescence.	11
9	a.	Substance cristallisant dans le système ortho-rhombique	<i>Thermonatrite.</i>
	b.	Substance cristallisant dans le système clino-rhombique	10
10	a.	Substance donnant une réaction sodo-calcique, colore la flamme en jaune-rougeâtre.	<i>Gay-Lussite.</i>
	b.	Substance donnant une réaction sodique seulement, colore la flamme en jaune-rougeâtre <i>Natron et Trona.</i>	
11	a.	Substance anhydre cristallisant dans le système ortho-rhombique	<i>Thénardite.</i>
	b.	Substance hydratée cristallisant dans le système clino-rhombique.	12

- 12 | a. Substance d'une saveur amère, complètement soluble dans l'eau ; densité = 1,56 *Mirabilite.*
 | b. Substance peu amère, en partie insoluble, avec dépôt de sulfate calcique : densité = 2,73. . . *Glauberite.*
 | c. Substance d'une saveur douceâtre, fusible au chalumeau en un verre incolore ; densité = 1,71. . . *Borax.*

5^e Famille : **Thallides.**

GENRES : THALLIUM. COESIUM. RUBIDIUM. INDIUM.

1^{er} Genre · *Thallium.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule Ta = 204.

Le thallium se trouve en très-petite quantité dans certaines pyrites, qu'on emploie à la fabrication de l'acide sulfurique ; le métal est entraîné dans les chambres de plomb avec les produits de la combustion ; on le trouve aussi dans le soufre de Lipari.

2^e Genre : *Cæsium.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule Cs = 133. Il donne deux belles raies bleues dans le spectre. M. Pisani a trouvé que le pollux de l'île d'Elbe ne contient pas moins de 34 p. 0/0 d'oxyde de cæsium.

3^e Genre : *Rubidium.*

Corps simple ou indécomposable ayant pour formule Ru = 85.

Présente une raie rouge sombre dans le spectre.

Ces deux métaux sont ordinairement associés avec le potassium.

Le rubidium est très-répandu dans la nature, bien

qu'il n'existe qu'en très-petite quantité dans chacun des corps dans lesquels on l'a rencontré ; il se trouve avec le cæsium dans l'eau minérale de Durckheim, dans l'eau de Bourbonne-les-Bains, dans la lépidolithe de Rosena, dans le mica de Finnwald.

Le mica de Finnwald contient 0,72 p. 0/0 de rubidium et de cæsium oxydés pris ensemble et $\frac{0,0065}{100}$ de thallium.

La lépidolithe de Moravie contient 0,54 p. 0/0 de rubidium et de cæsium oxydés pris ensemble et $\frac{0,006}{100}$ de thallium.

En traitant 56,000 kilogrammes de ces minéraux, on obtiendrait 1,736 kilogrammes de carbonate de lithium, 364 kilogrammes de chlorure de rubidium et de cæsium (et 504 kilogrammes en traitant le mica), et de plus 3^k,36 de thallium.

Indium. — Corps simple ou indécomposable ayant pour formule In = 35,9.

Son spectre offre deux raies, l'une d'un bleu foncé, l'autre plus faible, dans la région violette. Il se trouve spécialement dans les blendes de Freiberg et dans les blendes d'autres provenances. 100 kilog. de blende de Freiberg contiennent de 25 à 40 grammes d'indium.

FIN.

ERRATUM.

PREMIÈRE PARTIE. — Page 83, *au lieu* de la fig. 50, *lisez* la figure ci-jointe :

Fig. 50.

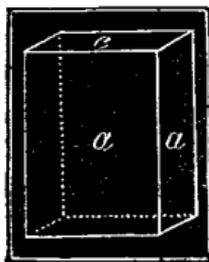


TABLE DES MATIÈRES

DE LA DEUXIÈME PARTIE.

	Pages.
Sous-classe des silicates (suite).	5
Silicates alumineux, calciques et de leurs isomorphes	5
Grenat	5
Idocrase.	11
Epidote	13
Cordiérite	16
Pinite.	17
Émeraude	18
Euclase	22
Tableau-résumé des espèces du groupe des silicates aluminocalciques.	23
Silicates aluminocalcalins, avec leurs isomorphes.	24
Feldspaths.	24
Feldspaths potassiques. — Orthose	29
Feldspaths sodiques. — Albite.	32
Oligoclase.	34
Feldspaths calciques. — Labradorite.	36
Anorthite	37
Feldspaths lithiniques. — Pétalite. — Triphane	38
Feldspaths compactes ou pétrosilex	39
Tableau-résumé des feldspaths	41
Amphigène.	41
Sodalite.	43
Néphéline	44
Dipyre. — Couzeranite.	44
Silicates alumineux hydratés avec alcalis, chaux et leurs isomorphes.	45
Zéolithes : apophyllite, mésotype	48
Scolézite, stilbite	47
Heulandite.	49
Brewstérite. — Beaumontite. — Laumonite.	50
Prehnite.	51
Chabasie.	53
Lévyne. — Harmotôme.	54
Analcime.	55

Tableau-résumé du groupe des zéolithes	53
Chlorites. — Clinocllore	56
Chlorite. — Ripidolithe.	58
Pennine.	59
Silicates non alumineux avec magnésie	61
Talc	61
Stéatite	62
Serpentine.	63
Magnésite. — Ecume de mer	67
Péridot. — Olivine.	69
Zircon.	73
Tableau-résumé des silicates non alumineux.	75
Silicates à bases multiples.	76
Groupe : Pyroxéno-amphibolique	76
Amphibole	78
Pyroxène.	84
Diallage.	88
Silico-fluates : topaze.	89
Mica	93
Silico-borates. — Tourmaline	100
Axinite.	107
Datholite.	109
Tableau-résumé des silico-borates	110
Silicates sulfurifères. — Lazulite	110
Häüyne. — Spinellane. — Helvine	112

CHAPITRE IV.

Troisième famille : Borides. — Bore.	113
Sassoline.	113
Quatrième famille : Sulfurides	115
Soufre.	116
Acide sulfureux. — Sulfurique.	122
Cinquième famille : Chlorides.	122

CHAPITRE V.

2^e classe : Métallacides.

Première famille : Arsénides.	124
Arsenic	124
Réalgar.	125
Orpiment.	127
Antimoine : ses composés.	128
Minerais antimonifères	130
Stibine	130

Jamesonite.	132
Exitèle	133
Stibiconise.	135
Tellure	135
Tableau-résumé des arsénides	137
Deuxième famille : Chromides	137
Chrome.	137
Shépardite. — Anagénite. — Vanadium	138
Troisième famille : Molybdénides	139
Molybdène. — Molybdénite	139
Molybdine. — Tungstène. — Tungstine	141
Shéelite.	141
Schéélitine. — Niobium. — Niobite.	142
Tantale	142
Tantalite. — Titane. — Rutile.	143
Anatase.	144
Brookite.	145
Sphène	146
Tableau-résumé des molybdénides.	148

DEUXIÈME DIVISION : MINÉRALISABLES.

CHAPITRE VI.

3^e classe : Métallopsides.

Première famille : Stannides. — Étain.	150
Cassitérite. — Stannique.	150
Osmium.	155
Deuxième famille : Aurides. — Or	155
Mines d'or.	159
Lavages d'or.	162
Iridium	166
Troisième famille : Platinides. — Platine	166
Rhodium.	171
Quatrième famille : Argyrides	172
Argent : Ses composés naturels.	172
Minerais argentifères.	173
Mines de la Californie.	176
Argent natif	179
Arquérite. — Discrase.	182
Argent arsénical. — Argyrose	184
Argyritrose	189
Proustite. — Miargyrite	191
Kérargyrite.	192
Bromite. — Iodite.	193

Mercure. — Cinabre.	194
Palladium	199
Ruthénium.	200
Tableau-résumé des argyrides.	201
Cinquième famille : Cuprides. — Cuivre	202
Composés naturels cuprifères	203
Minerais cuprifères	204
Gisements des minerais cuprifères.	209
Cuivre natif	212
Cuprite.	213
Mélaconite. — Chalkosine.	216
Covelline. — Phillipsite.	219
Chalkopyrite	220
Panabase.	224
Atacamite	227
Aphérèse.	229
Cuivre arséniaté	230
Silicates : Dioptase.	231
Chrysocolle.	232
Carbonates : Mysorine. — Azurite.	233
Sulfates : Cyanose	236
Brochantite. — Plomb.	237
Composés naturels plombifères.	237
Minerais plombifères	238
Gisements	241
Galène.	245
Galènes argentifères	248
Bournonite.	250
Céruse.	251
Anglésite.	253
Pyromorphite.	256
Crocoïse. — Mélinose.	258
Cadmium. — Greenockite.	259
Bismuth : Ses composés naturels.	260
Bismuthine.	262
Tableau-résumé de la famille des cuprides	264
Sixième famille : Sidérides.	267
Fer. — Composés naturels ferrifères.	267
Minerais de fer.	269
Caractères technologiques.	269
Minerais magnétiques.	273
— oligistes.	274
— limonites. — Hématites.	276
— carbonatés ou spathiques	281
Gisements	284
Fer natif	289

Pyrite	293
Marcassite.	297
Pyrrhotine.	300
Caractères technologiques.	302
Mispickel.	304
Lollingite.	305
Minerais ferrifères. — Magnétite.	306
Franklinite.	309
Oligiste	310
Gœthite	312
Limonite.	313
Carbonates. — Sidérose	315
Silicates. — Cronstedtite. — Hisingérite.	317
Chamoisite.	319
Yénite. — Achmite.	320
Phosphates. — Vivianite	321
Dufrenite.	322
Arséniates.	322
Sulfates	323
Tungstates. — Wolfram	325
Fer titané	327
Chromites	328
Cobalt. — Composés naturels.	329
Minerais de cobalt. — Gisements	329
Linnéite. — Smaltine.	332
Cobaltine.	333
Peroxyde de cobalt. — Erythrine	334
Rhodalose	335
Nickel. — Composés naturels. — Minerais.	336
Harkise. — Nickeline.	338
Breithauptite.	339
Ullmannite. — Disomose	340
Nickelocre.	341
Pennite	342
Manganèse. — Composés naturels.	342
Minerais de manganèse	343
Gisements de manganèse	343
Alabandine.	349
Hauérite. — Kanéite. — Haussmannite	350
Braunite.	352
Pyrolusite	353
Manganite	355
Groröillite	358
Psilomélane	359
Carbonates. — Diallogite	359
Silicates. — Rhodonite	361

Phosphates. — Haréaulite, etc.	363
Zinc. — Composés naturels. — Minerais.	364
Caractères technologiques.	365
Gisements du zinc.	367
Zincite	369
Voltzine. — Blende	370
Calamine.	376
Zinconise	379
Willémité	380
Smithsonite.	381
Tableau-résumé des sidérides	383

CHAPITRE VII.

4^e classe : Métalloïdites.

Première famille : Cérides.	387
Urane.	387
Péchureane.	388
Uraconise. — Uranite	389
Chalkolithe. — Johannite.	390
Medjidite. — Liebigite. — Dydime	391
Cérium. — Composés naturels.	391
Fluocérite. — Fluocérine. — Yttrocérite.	392
Cérine. — Allanite. — Gadolinite. — Mengite.	393
Thorium. — Thorite. — Orangite.	394
Deuxième famille : Aluminides	394
Aluminium. — Composés naturels.	394
Caractères technologiques.	396
Corindon.	403
Diaspore.	406
Hydrargillite	407
Cryolithe	407
Spinelle.	409
Cymophane.	414
Amblygonite	415
Klaprotine. — Turquoise.	416
Wavellite	417
Alun	419
Alunogène.	421
Alunite	422
Aluminite	423
Zirconium. — Composés naturels.	423
Glucinium. — Composés	424
Yttrium. — Composés naturels.	424
Magnésium. — Composés naturels	425

Oxydes : Périclase.	426
Brucite	427
Carbonates : Giobertite.	427
Hydromagnésite. — Dolomie.	429
Phosphates : Wagnérite.	432
Sulfates : Epsomite	432
Borates : Boracite.	433
Tableau-résumé des aluminides.	435
Troisième famille : Calcides	437
Calcium : Composés naturels.	437
Fluorine.	440
Calcaire.	444
Marbres.	450
Pierres lithographiques.	453
— à chaux.	454
Arragonite.	454
Gypse.	458
Anhydrite	462
Apatite	464
Coprolithes.	466
Pharmacolite. — Haidingérite. — Berzélieite.	468
Schéelite.	469
Wollastonite. — Wohlérite	470
Baryum. — Composés naturels.	470
Withérite	470
Baryto-calcite.	472
Barytine.	473
Strontium. — Composés naturels	477
Strontianite	477
Célestine	478
Tableau-résumé de la famille des calcides.	480
Quatrième famille : Potassides	481
Potassium : Composés naturels.	481
Nitre.	481
Arcanite.	484
Sodium. — Composés naturels.	485
Sel gemme.	486
Nitratine.	488
Natron. — Trona	489-490
Thermonatrite. — Gay-Lussite.	490-491
Mirabilite	491
Thénardite.	492
Glaubérite. — Borax.	493-494
Potasses et soudes de Stassfurt.	495
Lithium. — Composés naturels.	497
Ammonium. — Composés naturels.	497

Salmiac	498
Mascagnine	498
Tableau-résumé de la famille des potassides	499
Cinquième famille : Thallides	500
Thallium.	500
Cæsium. — Rubidium	500
Indium.	501

FIN DE LA TABLE DE LA DEUXIÈME PARTIE.

TABLE ANALYTIQUE

DES ESPÈCES MINÉRALES DÉCRITES DANS CE GUIDE.

(Les chiffres romains I et II indiquent respectivement la première et la deuxième parties, les chiffres arabes indiquent les pages.)

A

Acadiolite	II	53	Alexandrite	II	414
Acerdèse	II	355	Allanite	II	393
Achirite	II	231	Allophane	I	389
Achmite	II	320	Almandine	II	8
Acide antimonieux . .	II	135	Alstonite	II	472
— boracique	II	413	Altaïte	II	136
— borique hydraté . .	II	413	Aluminate de glucyne	II	414
— chlorhydrique . . .	I	241	Alumine anhydre . .	II	403
— molybdique	II	141	— mono-hydratée	II	406
— sulfhydrique	I	237	Alumine fluatée alcaline	II	407
— sulfureux	II	122	Alumine magnésinée .	II	409
— sulfurique	II	122	— phosphatée	II	415-
— titanique	II	143	— alcaline	II	416-417
— tungstique	II	141	— fluatée-siliceuse	II	419
Actinote	II	78-80	Alumine siliceuse . .	II	89
Adamine	II	382	— sulfatée-alcaline	II	419
Adulaire	II	29	Alumine sous-sulfatée alcaline	II	422
Agates	I	348	Aluminite	II	423
Agnésite	II	260	Aluminium	II	394
Aigue-marine	II	18	Alun	II	419
Aikinite	II	263	— de plume	II	421
Aimant	II	306	Alunite	II	422
Air pur	I	220	Alunogène	II	421
Air phlogistiqué . . .	I	223	Amblygonite	II	415
— déphlogistiqué . .	I	220	Ambre jaune	I	338
— inflammable	I	223			
Alabandine	II	349			
Alalite	II	84-85			
Albite	II	32			

Ammiolite (mercure antimonié)	II	196	Argent rouge	II	188
Ammonium	II	497	— sélénié	II	188
Ammoniaque	I	247	— sulfuré	II	184
Amphigène	II	41	— telluré	II	188
Amphibole	II	78	Argentite	II	184
Anagénite	II	138	Argiles	I	372
Analcime	II	55	— chimiques	I	388
Anatase	II	144	— plastiques	I	380
Andalousite	I	366	— smectiques	I	387
Andésine	II	34	Argyritrose	II	189
Anglésite	II	253	Argyrose	II	184
Anhydrite	II	462	Arkansite	II	145
Ankérîte	II	429	Arquérite	II	182
Annabergite	II	341	Arragonite	II	454
Anorthite	II	37	Arsénite	II	125
Anthophyllite	II	82	Arsenic silber	II	184
Anthosidérite	II	318	Arsenic	II	124
Antimoine	II	128	Arsenic sulfuré rouge	II	125
— blanc	II	133	— jaune	II	127
— natif	II	129	Arsénio-sidérite	II	322
— ocreux	II	135	Asparagolithe	II	464
— oxydé	II	133	Asphalte	I	333
— sulfuré	II	130	Astérophyllite	II	95
— sulfuré plombif.	II	132	Atacamite	II	227
Antimonickel	II	340	Augite	II	84-86
Antimonite	II	130	Autunite	II	389
Apatite	II	464	Axinite	II	107
Aphanèse	II	230	Azote	I	250
Aphérèse	II	229	Azurite	II	233
Aphrodite	II	67			
Aphtalose	II	485	B		
Apjohnite	II	421	Baïerine	II	142
Aplome	II	8	Barolite	II	470
Apophyllite	II	45	Baro-sélénite	II	473
Apyrite	II	100	Baryte carbonatée	II	470
Arcanite	II	484	— sulfatée	II	473
Argent	II	172	Barytine	II	473
— antimonial	II	182	Baryto-calcite	II	472
— antimonié sul- furé	II	189	Baryum	II	470
— arsénié	II	191	Basaltine	II	78-86
— arsénical	II	184	Batrachite	II	69
— corné	II	192	Bauxite	II	407
— natif	II	179	Beaumontite	II	50
			Bénil ou Béryl	II	18
			Berthiérine	II	319

Berzélieite	II	468	Calcédoine	I	347
Beudantite	II	323	Calcite	II	444
Biébérite	II	333	Calcium	II	437
Biotine	II	37	Callaïs	II	419
Biotite	II	97	Candite	II	409
Bismuth	II	260	Canerinite	II	43
— natif	II	261	Carbone	I	251
— sulfuré	II	262	Carbonite	I	257
Bismuthine	II	262	Carinthine	II	78
Bitume de Judée	I	333	Carnalite	II	32
Blende	II	370	Carnallite	II	426
Bois bitumineux	I	310	Cassitérite	II	150
Bolénite	II	263	Célestine	II	478
Boracite	II	433	Cérine	II	393
Borax	II	494	Cérite-cérérite	II	392
Bore	II	113	Cérium	II	391
Bornine	II	136	Céruse	II	251
Botryogène	II	323	Cérusite	II	251
Bournonite	II	250	Ceylanite	II	73-409
Brachytype - manga - nèse	II	352	Cinabre	II	194
Braunite	II	352	Chabasie	II	53
Breithauptite	II	339	Chalkolithe	II	396
Brewstérite	II	50	Chalkopyrite	II	226
Brochantite	II	237	Chalkosine	II	216
Bromargyrite	II	193	Chamoisite	II	319
Bromite	II	193	Charbon de pierre	I	290
Bromure d'argent	II	193	Chaux arséniatée	II	468
Brongniardite	II	193	— boraté siliceuse	II	109
Bronzite	II	88	— carbonatée rhom- boédrique	II	444
Brookite	II	143	— carbonatée pris- matique	II	454
Brucite	II	369-427	— fluatée	II	440
Bucholzite	I	364	— phosphatée	II	464
Buratite	II	236	— silicatée	II	470
Byssolite	II	78	— sulfatée	II	458
C					
Cacoxène ou cakoxène	II	322	— sulfatée anhy- dre	II	462
Cadmium	II	259	— tungstatée	II	469
— sulfuré	II	259	Chenevixite	II	204
Calamine	II	376	Chessylite	II	233
— électrique	II	381	Chiolithe	II	408
Calamite	II	78	Chlorastrolite	II	51
Calcaire	II	444	Chlorites	II	56
— spathique	II	444	Chlorite	II	58
			Chloromélane	II	317

Chloropale.	II	318	Cronstedtite.	II	317
Chlorospinelle.	II	409	Cryolithe	II	407
Chlorure d'hydro- gène.	I	241	Cuboïcite	II	53
Christianite	II	37	Cuboïte	II	55
Chrome	II	138	Cuivre.	II	202
— sulfuré	II	138	— arséniaté	II	230
Chromite.	II	328	— carbonaté brun.	II	233
Chrysobéril	II	414	— — bleu.	II	233
Chrysocolle	II	232	— — vert	II	235
Chrysolithe de Saxe.	II	89	— chloruré	II	227
— du Cap.	II	51	— gris.	II	224
— orientale	II	414	— hydro-silicaté.	II	232
— des volcans.	II	69	— natif.	II	212
Cleavelandite	II	32	— oxydé noir	II	216
Clinochlore	II	56	— oxydulé.	II	213
Cloantithe	II	339	— panaché.	II	219
Cobalt.	II	329	— phosphaté.	II	229
— arsénical	II	332	— pyriteux.	II	220
— arséniaté	II	334	— silicaté	II	231
— gris	II	333	— sulfaté.	II	236
— oxyde noir	II	334	— sulfuré	II	216
— sulfuré	II	332	Cuprite	II	213
— sulfaté.	II	335	Cyanite	I	363
Cobaltine	II	333	Cyanose.	II	236
Coccinite	II	196	Cymophane	II	414
Coccolithe.	II	85	Cyprine.	II	11
Cæsium	II	500			
Collyrite.	I	389	D		
Conistonite.	I	340	Damourite.	II	95
Columbite.	II	142	Datholite.	II	109
Copiapite	II	325	Delvauxine.	II	322
Coquimbite	II	324	Dermatine.	II	67
Coracite	II	388	Desmine.	II	47
Cordiérite.	II	16	Devilline.	II	204
Corindon	II	403	Devonite.	II	417
Cornaline	I	347	Diaclasite	II	88
Cornéenne.	II	83	Diagonite	II	50
Couzeranite.	II	44	Diallage	II	88
Covelline	II	219	Diallogite	II	359
Craie.	II	444	Diaspore.	II	406
Craie de Briançon.	II	62	Dichroïte.	II	16
Craitonite	II	328	Didrimite	II	61
Cristal de roche.	I	345	Dimorphine	II	128
Crocoïse.	II	258	Diopside.	II	85
Croisette.	I	369	Dioptase.	II	231

Dipyre.	II	44
Discrase.	II	182
Discrasite	II	182
Disomose	II	340
Disthène.	I	363
Dolomie.	II	429
Dréelite	II	470
Dufrénite	II	322
Dydime.	II	391

E

Eau.	I	225
— gazeuse.	I	236
— liquide	I	229
— solide.	I	226
Eaux minérales	I	234
— potables.	I	230
Ecume de mer.	II	67
Egérane.	II	41
Elasnose	II	136
Elatérite.	I	321
Electron.	I	338
Electrum.	II	257
Eliasite	II	388
Embolite.	II	192
Emeraude.	II	18
Emeri.	II	406
Endellione.	II	250
Enstatite.	II	72
Epidote	II	13
Epistilbite	II	49
Epsomite	II	432
Erdmannite	II	73
Erinite	II	230
Erythrine	II	334
Esprit de sel.	I	241
Etain	II	150
— oxydé	II	150
— sulfuré.	II	150
Euchroïte	II	230
Euclase	II	22
Eukairite.	II	203
Eulytine.	II	260
Euxénite.	II	424
Exanthalose	II	491

Exitèle	II	133
OErstédite.	II	73
OEschynite	II	423

F

Fahlerz	II	224
Fassaïte	II	84
Fayalite	II	69
Feldspaths.	II	24
Feldspath apyre.	I	366
— potassique.	II	29
— vitreux.	II	29
Feldspaths calciques.	II	36
— sodiques.	II	32
Feldspath opalin	II	36
Feldspaths lithiniques.	II	38
— compactes.	II	39
— engrais.	II	40
Fer	II	267
— aimant	II	306
— arséniaté	II	322
— arsénical	II	304
— — axotome.	II	305
— carbonaté.	II	315
— chromé.	II	328
— météorique.	II	291
— natif	II	289
— oxydé brun.	II	313
— — anhydre.	II	310
— oxydé monohydraté.	II	312
— oxydé pluri-hydraté	II	313
— oxydé rouge.	II	310
— oxydulé.	II	306
— phosphaté-bleu.	II	321
— phosphaté vert.	II	322
— silicaté.	II	320-317
— silico-alumineux	II	319
— spathique	II	315
— sulfaté	II	323
— sulfuré jaune	II	293
— — blanc	II	297
— — magnétique	II	300
— tellurique.	II	290

Humboldtine.	I	340	Kalicine.	II	485
Humboldtite.	II	109	Kalium.	II	481
Huréaulite.	II	363	Kalkspath.	II	444
Hyacinthe.	II	73	Kanéite.	II	350
Hyalite.	I	351	Kaolin.	I	373
Hyalosidérite.	II	69	Karabé.	I	333-338
Hydrargillite.	II	407	Karsténite.	II	462
Hydro-boracite	II	433	Kastor.	II	38-40
Hydrogène.	I	223	Kérargyre.	II	192
— carboné.	I	243	Kérargyrite	II	192
— phospho- ré.	I	246	Kieselkupfer.	II	232
— sulfuré.	I	237	Klaprothine	II	416
Hydro-magnésite	II	429	Koboldine.	II	332
Hydrophane.	I	351	Koupholite.	II	51
Hypersthène.	II	86	Kupfer grün.	II	235
			Kupfer nickel	II	338
			— lasur.	II	233
			— smaragd.	II	231
	I				
Idocrase.	II	44		L	
Idrialine.	I	321	Labrador.	II	36
Igloïte.	II	454	Labradorite	II	36
Ilménite.	II	328	Lancastérite.	II	429
Ilvaïte.	II	320	Langite	II	204
Iodargyrite.	II	193	Lanthanite.	II	391
Iodite.	II	193	Lapis-lazuli	II	110
Iodure d'argent	II	193	Lardite	II	62
Iolite.	II	46	Lasionite	II	417
Indium.	II	501	Laumonite.	II	50
Iridium	II	166	Laurite.	II	201
Isérine.	II	328	Lavendulan	II	334
Isophane.	II	309	Lazulite	II	210
			Lebererz.	II	195
	J		Leberkise	II	293
Jade.	II	80-89	Leuchttembergite.	II	58
Jais ou jayet.	I	309	Leucite.	II	41
Jamesonite.	II	132	Leucolithe.	II	41
Jaspe	I	349	Leucopyrite.	II	305
Jeffersonite	II	84-85	Lépidolithe	II	97
Johannite	II	390	Lépidomélane.	II	95-97
Junckérite.	II	315	Lévyne.	II	54
Jurinite	II	143	Libéthénite.	II	229
			Liebigite.	II	391
	K		Lievrite	II	320
Kalaïte.	II	416	Lignite.	I	306

Molybdène sulfuré.	II	439	Nitre	II	484
— oxydé	II	441	Nitrate sodique	II	488
Molybdénite.	II	439	Nitratine	II	488
Molybdine.	II	441	Nitrogène	I	250
Monazite.	II	393	Nontronite.	II	318
Monticellite	II	69	Nussiérite.	II	258
Moscovite	II	97			
Moshine	II	305	O		
Mullérite	II	436	Octaédrite.	II	444
Murchisonite.	II	29	Odontolithe	II	417
Muriacite	II	462	Oisanite	II	444
Mussite	II	84	Oligiste	II	310
Mysorine	II	233	Oligoclase.	II	34
N			Oligonspath.	II	315
Nacrite	II	95	Olivénite.	II	230
Nadelerz.	II	263	Olivine	II	69
Nagyagite	II	436	Onofrite.	II	496
Naphtaline.	I	321	Opale	I	350
Naphte	I	330	Ophite.	II	63
Natrium	II	485	Or.	II	455
Natrolite.	II	45	Or natif	II	455
Natronitre.	II	489	— blanc.	II	457
Natron.	II	489	— palladié	II	457
Natron-calcite.	II	491	Orpiment	II	427
Natron salpêtre	II	484	Orpin	II	427
Néotype.	II	472	Orangite.	II	394
Néphéline.	II	44	Orthoclase.	II	29
Néphrite.	II	63-78	Orthose	II	29
Nigrine	II	328	Osmium.	II	455
Nickel	II	336	Osmiure d'iridium. II	466-200	
— antimonial	II	339	Ostranite	II	73
— arsénical	II	338	Ouralite	II	77
— arséniaté	II	341	Outremer	II	410
— blanc arsénio- sulfuré	II	340	Ouwarovite	II	8
— gris antimonié- sulfuré	II	340	Oxalate calcique.	I	340
— hydro-carbonaté. II	342		Oxalate ferreux	I	340
— sulfuré	II	338	Oxalite.	I	340
Nickel éclatant	II	340	Oxyde ammonique.	I	247
Nickeline	II	338	Oxygène.	I	220
Nickelocre.	II	341	Ozokérite	I	321
Niobite	II	442	P		
Niobium.	II	442	Palladium	II	499
			— sélénié	II	200

Quartz agate.	I	347
— hyalin.	I	345
— résinite.	I	350
— silex.	I	350
— terreux.	I	350
Quincyte.	II	67

R

Rammelsbergite.	II	339
Réalgar.	II	425
Résinite.	I	351
Rétinites.	II	39
Rhétizite.	I	363
Rhodalose.	II	335
Rhodium.	II	170
Rhodizite.	II	433
Rhodochrosite.	II	359
Rhodoïse.	II	334
Ripidolithe.	II	58
Rodonite.	II	361
Roméine.	II	468
Rosélite.	II	334
Rubellane.	II	97
Rubellite.	II	100
Rubidium.	II	500
Rubinblende.	II	191
Rubis.	II	403
Rubis spinelle.	II	409
— balais.	II	409
Ruthénium.	II	200
Rutile.	II	143
Ryacolithé.	II	29-36

S

Sahlite.	II	84-85
Salaïte.	II	84
Salmare.	II	487
Salmiac.	II	498
Salpêtre.	II	481
Saphir d'eau.	II	16
— blanc, bleu.	II	398
— oriental.	II	398-403
Saponite.	II	63
Sappare.	I	363

Sardoines.	I	341
Sassoline.	II	113
Schéelin calcaire.	II	469
— ferruginé.	II	325
Schéélite.	II	144-469
Schéélitine.	II	142
Schéérétite.	I	321
Schorl vert.	II	78-80
— violet.	II	107
— électrique.	II	100
— blanc.	II	32
— cruciforme.	I	369
Scolézite.	II	47
Scorodite.	II	323
Sel ammoniac.	II	498
— gemme.	II	486
— de Glauber.	II	491
Selbite.	II	173
Sélénite.	II	458
Sénarmonite.	II	134
Séricite.	II	95
Serpentine.	II	63
Shépardite.	II	138
Sibérite.	II	100
Sidérite.	II	16-315
Sidéroschisolite.	II	317
Sidérose.	II	315
Silex.	I	350
Silice.	I	344
Silicium.	I	343
Sillimanite.	I	364
Silvane.	II	135
Swaltine.	II	333
Smarad.	II	18
Smaragdite.	II	88
Smithsonite.	II	381
Sodalite.	II	43
Sodium.	II	485
Soude muriatée.	II	486
— boratée.	II	494
Soufre.	II	116
Spath fluor.	II	440
— adamantin.	II	403
— d'Islande.	II	444
— fusible.	II	29
— pesant.	II	473

Vésuvienne	II	41	Yénite	II	320
Villarsite	II	69	Ylvaïte	II	320
Vivianite	II	321	Ypoléïme	II	229
Volknérite	II	409	Yttrium	II	424
Voltzine	II	370	Yttrocérite	II	392
Voraulite	II	416	Yttrotantalite	II	424
Vosgite	II	36			
Vulcanite	II	86	Z		
Vitriol rose	II	335			
Vitriols (voyez fer, cuivre, zinc).			Zéolithes	II	45
W			Zéolithe d'Hellesta	II	45
Wagnérite	II	432	— bleue	II	110
Wavellite	II	417	— cubique	II	53
Webstérite	II	423	— efflorescente	II	50
Wernérite	II	24	— nacrée	II	47
Whewellite	I	340	— rayonnée	II	45
Willémite	II	380	— verte	II	51
Williamsite	II	380	Zigueline	II	213
Withérite	II	470	Zinc	II	364
Wittichite	II	218	Zinc oxydé mangané- sifère	II	369
Wohlérite	II	470	Zinc oxydé sulfuré	II	370
Wolfram	II	325	— sulfuré	II	370
Wollastonite	II	470	— carbonaté	II	376
Worthite	II	364	— hydro-carbonaté	II	379
Wulfénite	II	258	— silicaté anhydre	II	380
X			— hydro-silicaté	II	381
Xénolite	I	364	Zincite	II	369
Xénotime	II	424	Zinconise	II	379
Y			Zirconium	II	423
Yanolite	II	417	Zircon	II	73-423
			Zirconite	II	73
			Zoïsite	II	13