

A. LACROIX

Membre de l'Institut

Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

ET

DE SES COLONIES

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

TOME QUATRIÈME

2^e PARTIE

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

SUCCESSEUR DE MAUDRY ET C^e

45, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1910

Tous droits réservés

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX

Membre de l'Institut

Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

ET

DE SES COLONIES

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

TOME QUATRIÈME

2^e PARTIE

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

SUCCESEUR DE BAUDRY ET C^{ie}

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 24

1940

Tous droits réservés

PHOSPHATES, ARSÉNIATES, VANADATES, ANTIMONIATES

TYPES ANHYDRES

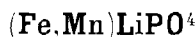
GROUPE DE LA TRIPHYLITE

Ce groupe renferme les quatre espèces suivantes :

- Triphylite* (Fe, Mn)LiPO₄
- * *Lithiophylite* . (Mn, Fe)LiPO₄
- Natrophylite* . . (Mn, Fe)NaPO₄
- * *Béryllonite* . . . GINaPO₄

La triphylite seule se trouve dans les gisements français, mais l'*alluaudite* qui s'y rencontre paraît être un produit d'altération de la natrophylite.

TRIPHYLITE



Orthorhombique : $mm = 97^{\circ}53'$.

$b : h = 1000 : 794,131$ (Dx.) $D = 754,041$ $d = 656,827$.

$[a : b : c = 0,87105 : 1 : 1,10531]$

Facies des cristaux. Les cristaux de triphylite sont très rares, allongés suivant l'axe vertical et basés; ce minéral ne se trouve dans les gisements français qu'en masses laminaires.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), facile suivant g^1 (010), interrompus suivant h^3 (210)¹. Cassure inégale ou conchoïdale.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 3,42 à 3,56.

Coloration et éclat. Gris bleu à gris verdâtre (*triphylite*); rose saumon, brune à brunâtre (*lithiophylite*). Éclat vitreux à résineux.

1. Dana a choisi une forme un peu différente m (110) = g^3 (120); h^3 (210) = m (110); e^1 (011) = $e^{1/2}$ (021).

Propriétés optiques. Les propriétés optiques changent rapidement dans la série continue s'étendant de la lithiophylite, optiquement positive, à des triphylites de plus en plus riches en fer, qui deviennent alors négatives : n_g est toujours normal à g^1 . Voici les données fournies par Penfield et Pratt (*Am. J. of. Sc.* L. 387. 1895).

	Lithiophylite (Branchville) FeO = 9,42	Triphylite			
		Grafton FeO = 26,58		Rabenstein FeO = 35,05	
	jaune	vert	jaune	rouge	
Plan des axes	p (001)	p (001)	h^1 (100)		h^1 (100)
Bissectrice	n_g	n_g	n_g	n_g	n_p
2V autour de n_g	= 62°54'	21°53'	0°	15°3'	120°
n_g	= 1,687	1,698	1,692	1,691	1,707
n_m	= 1,679	1,692	1,688	1,684	1,702
n_p	= 1,676	1,691	1,688	1,683	1,692
$n_g - n_p$	= 0,011	0,007	0,004	0,008	0,015

La dispersion est très forte $\rho < v$ autour de la bissectrice aiguë ; en lumière convergente, la triphylite de Grafton donne avec la lumière blanche, des images semblables à celles de la brookite ; la triphylite du Limousin a des propriétés analogues à celles du type de Rabenstein.

Inclusions. Les minéraux sont souvent riches en inclusions liquides à bulle.

Composition chimique. Les minéraux de ce groupe oscillent entre la *triphylite* purement ferrifère ($FeLiPO_4$) (a) et la *lithiophylite* exclusivement manganésifère ($MnLiPO_4$) (b). Ces deux types théoriques n'existent pas à l'état de pureté parfaite ; ce sont leurs intermédiaires que l'on rencontre, avec tendance généralement marquée vers l'un ou l'autre type.

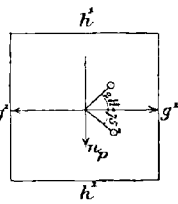


Fig. 1.
Plan des axes optiques
parallèle à p (001).

c) Analyse de la triphylite de la Vilate par M. Pisani.

	a	b	c
P ² O ⁵	43,0	45,3	43,00
FeO	43,5	»	31,90
MnO	»	45,1	14,40
MgO	»	»	1,03
Li ² O	9,5	9,6	7,91
Na ² O	»	»	0,40
H ² O	»	»	0,40
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,0	<hr/> 99,04

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite généralement, noircit et donne un peu d'eau d'altération. Au chalumeau, facilement fusible en colorant la flamme en pourpre (lithium), avec bordure bleuâtre (phosphore). Avec le borax et le sel de phosphore, donne les réactions du fer (dominant dans la triphylite) et du manganèse (dominant dans la lithiophylite). Soluble dans l'acide chlorhydrique ; les variétés altérées donnent un dégagement de chlore, par suite de l'existence d'inclusions d'oxydes de manganèse.

Altérations. L'altération de la triphylite donne naissance à un grand nombre de minéraux dans les gisements du Limousin ; le minéral étant souvent mélangé à la triplite, il n'est pas toujours facile de savoir la part qui revient à chacun d'entre eux dans la production des minéraux secondaires.

1° Transformation en hétérosite. Cette transformation s'effectue graduellement suivant les clivages ; on trouve tous les passages possibles entre la triphylite intacte et l'hétérosite violette, dont le clivage facile coïncide avec le clivage p (001) de la triphylite ; il existe parfois un minéral brun intermédiaire ; cette altération est essentiellement caractérisée par la perte du lithium et d'une quantité notable de l'anhydride phosphorique, ainsi que par l'oxydation des métaux et, semble-t-il, par un gain en manganèse (voir à *hétérosite*).

2° Transformation en huréaulite. Ce mode de transformation est plus rare que le précédent ; la collection du Muséum possède un magnifique échantillon de ce genre ; l'altération a cheminé dans les clivages basiques de la triphylite, qui n'est pas oxydée et a gardé sa couleur claire ; le minéral est creusé de rainures profondes, dont le plan coïncide avec le clivage p . C'est dans les cavités ainsi produites, que se sont développés de beaux cristaux de huréaulite de couleur rose pâle, qui imprègnent progressivement le minéral ancien.

3° Transformation en phosphates complexes. Cette transformation, qui se rencontre à la Vilate, est le résultat d'une altération bien plus complète : dans une masse riche en oxydes de manganèse (psilomélane, etc.), on observe çà et là de petits lambeaux d'hétérosite et de triphylite, englobant des masses fibreuses de dufrenite ; des cavités sont souvent tapissées de petits cristaux de huréaulite, de masses bleues, cavernueuses, d'anglarite, de fibres rougeâtres d'huréaulite, etc.

Diagnostic. La couleur, les deux clivages rectangulaires, et surtout la coloration donnée à la flamme par la triphylite, permettent de reconnaître très facilement ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Alluaud a décrit (*Ann. sc. nat.* VIII. 346. 1826) sous le nom d'*hétérosite*, Vauquelin (*A. C. P.* XXX. 294. 1825) sous celui incorrect d'*hétéposite*, un minéral trouvé aux Huréaux en Saint-Sylvestre et qui sera étudié plus loin. En lisant leur description et surtout celle, postérieure, de Dufrenoy (*A.M.* VII. 13. 1830), il est facile de voir que ces savants ont confondu sous la même dénomination la triphylite intacte d'un gris bleu et l'hétérosite violette, son produit d'altération. La collection du Muséum possède une série d'échantillons, donnés par Alluaud au moment de la publication de son travail; ils présentent un mélange inextricable des deux minéraux. Il en est de même pour les échantillons conservés dans la collection de l'École des mines et auxquels Dufrenoy fait allusion.

Dans son mémoire, puis plus tard dans sa *Minéralogie* (II. 424. 1845), Dufrenoy a pris pour type de l'hétérosite, non pas le minéral violet, surtout considéré par Vauquelin et Alluaud, mais la substance intacte, c'est-à-dire la triphylite, dont il a donné l'analyse suivante : P^2O^5 41, 77; FeO 34, 89; MnO 17,57; H^2O 4,40; quartz 0,22 = 98,85. Il est probable que cette analyse a été faite sur un produit déjà altéré et dans lequel le lithium n'a pas été cherché : l'analyse nouvelle (c) que M. Pisani a faite sur une matière, que j'ai purifiée avec soin, donne la composition de la triphylite à peu près intacte.

La triphylite des Huréaux, aussi bien que celle trouvée plus tard dans la carrière de la Vilate, à Chanteloube en Razès, forme de grosses masses laminaires dépourvues de formes géométriques et pouvant atteindre un décimètre. Sa couleur d'un gris bleuâtre, parfois un peu verdâtre, la fait ressembler à celle de Bodenmais, en Bavière. Elle constitue un élément essentiel de la pegmatite, dans laquelle elle est associée à la triplite, à l'alluaudite et à tous les minéraux secondaires, énumérés plus haut, qui se sont formés à ses dépens.

NATROPHYLITE



La natrophyllite, d'un jaune foncé, possède les propriétés cristallographiques et optiques de la lithiophyllite, dont elle diffère par la substitution du sodium au lithium. Sa densité est de 3,41. Elle n'a été

trouvée jusqu'à présent qu'à Branchville (Connecticut), mais c'est probablement elle qui, par son altération, a donné naissance à l'alluaudite.

ALLUAUDITE

Faciès. L'alluaudite se présente sous forme de masses très cristallines, clivables, constituées par des cristaux agglomérés.

Clivages. Il existe trois clivages rectangulaires, dont un très facile.

Dureté. 4 à 5.

Densité. 3,468.

Coloration et éclat. Brun à brun rouge. Poussière jaune brunâtre. Transparente en lames minces seulement. Éclat nacré et doré sur les lames de clivages.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë positive (n_g), perpendiculaire au clivage le plus facile, avec axes optiques assez écartés.

Pléochroïsme. Assez pléochroïque dans les teintes d'un jaune brunâtre avec maximum suivant n_m .

Composition chimique. La composition théorique de la natrophyllite, exclusivement manganésifère, est donnée en *a*). L'analyse *b*) est due à M. Damour (*A. M.* XIII. 341. 1848), elle a été faite sur l'alluaudite ; elle semble se rapporter à un produit d'altération par hydratation, perte d'alcalis et oxydation incomplète d'une natrophyllite ferrifère, à moins qu'il ne s'agisse d'une triphylite, dans laquelle le lithium a été remplacé par du sodium par voie secondaire. Le minéral donne du chlore, quand on l'attaque par l'acide chlorhydrique, car il est mélangé de psilomélane.

	<i>a</i>	<i>b</i>
P ² O ⁵	41,1	41,25
Fe ² O ³	»	25,62
Mn ² O ³	»	1,06
MnO	41,0	23,08
Na ² O	17,9	5,47
SiO ²	»	0,60
H ² O	»	2,65
	<hr/> 100,0	<hr/> 99,73

Essais pyrognostiques. Fusible en un globule non magnétique. Les autres réactions sont celles de la triphylite, avec cette différence que la coloration de la flamme est jaune (Na), et non rouge (Li).

Diagnostic. La structure lamellaire, due aux trois clivages faciles et la petite dimension des plages permettent de distinguer facilement

l'alluaudite de la triphylite en énormes cristaux, à laquelle elle est associée ; la présence du sodium constitue également un caractère différentiel important ¹.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* L'alluaudite accompagne la triphylite et ses produits d'altération, ainsi que la triplite, dans la carrière de pegmatite de la Vilate. Elle forme parfois, à elle seule, des masses de près d'un décimètre de plus grande dimension ; les éléments qui les constituent atteignent un centimètre.

C'est M. Damour, qui, en 1848 (*op. cit.*), a décrit ce minéral, que l'on donne généralement comme produit d'altération de la triplite, ce qui est certainement inexact, étant données sa haute teneur en sodium et sa structure ; cette composition rend plus vraisemblable la parenté avec la natrophyllite, qui a été indiquée plus haut : les propriétés optiques me font penser qu'il n'y a pas identité entre l'alluaudite et le minéral brun désigné plus loin sous le nom de *pseudohétérosite*.

XÉNOTIME

YPO₃

Quadratique.

$$b : h : = 1000 : 874,25 \quad D = 707,407.$$

$$[a : c = 1 : 0,61867. \text{ (Vom Rath-Klein).}]$$

Formes observées. m (110) ; $b^{1/2}$ (111).

$$*b^{1/2} b^{1/2} s. a^1 \quad 124^{\circ}30' \quad \cdot \quad b^{1/2} b^{1/2} s. p \quad 97^{\circ}38'$$

Faciès des cristaux. Les cristaux de xénotime se présentent sous deux aspects, suivant que $b^{1/2}$ (111) (fig. 1 du zircon, page 210 ; t. III), existe seul ou est associé à de très petites facettes m (110) (fig. 1), ou bien au contraire qu'il est accompagné de h^1 (100), avec allongement suivant l'axe c (fig. 2 du zircon, page 212, t. III).

1. M. Baret a signalé (*op. cit.* 84. 1898) l'alluaudite dans une aplitte de la métairie de Kéron, à 1 km. au N. O. d'Herbignac (*Loire-Inférieure*) : l'échantillon que nous avons réexaminé, M. Baret et moi, est constitué par un micaschiste grenatifère, imprégné de psilomélane.

Clivages. Clivages parfaits suivant m (110). Cassure inégale ou écaillée.

Dureté. 4 à 5. Fragile.

Densité. 4,45 à 4,56

Coloration et éclat. Jaune ou brun de diverses nuances ; quelquefois incolore ou blanc. Poussière incolore ou jaunâtre. Transparent ou translucide.

Éclat résineux à vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif (n_g).

$$\begin{aligned} n_g &= 1,8155 \text{ Brésil. [Kraüs et Reitingger (Na)]} \\ n_p &= 1,7207 \\ n_g - n_p &= 0,0948 \end{aligned}$$

Groupement avec d'autres minéraux. Le xénotime se groupe à axes parallèles avec le zircon, dont les formes sont très voisines.

Composition chimique. La formule YPO_4 correspond à la composition centésimale suivante, dans laquelle une partie de l'yttrium peut être remplacée par de l'erbium, du cérium ; il existe aussi parfois un peu de silicium et de thorium.

P_2O_5	38,6
Y_2O_3	61,4
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100,0

Des observations récentes ont montré que la soi-disant *hussakite*, qui a été décrite comme un sulfophosphate, dont le xénotime serait un produit d'altération, a la composition normale du xénotime.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Humecté par l'acide sulfurique et chauffé au charbon, colore la flamme en jaune vert bleuâtre. Insoluble dans les acides.

Diagnostic. Voir à *zircon* et à *monazite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le xénotime est un minéral des *granulites* et des *pegmatites*. Il s'y trouve en cristaux dépassant parfois un centimètre de plus grande dimension, mais généralement plus petits.

M. Orville Derby a montré qu'il accompagne aussi comme élément microscopique le zircon et la monazite dans un grand nombre de roches

acides du Brésil et notamment dans les granites à muscovite. On peut mettre en évidence son existence en lavant à la batée la roche pulvérisée. Le résidu lourd est ensuite traité par l'iodure de méthylène, puis par l'aimant ; le xénotime reste avec le zircon dans les produits

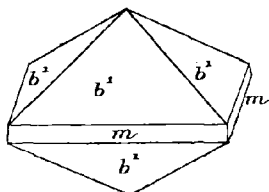
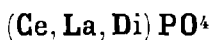


Fig. 1.
Xénotime. Forme commune.

les plus lourds, non magnétiques ; il se présente sous forme d'octaèdres $b^{1/2}$ (111), avec rarement traces de m (110) ; ceux-ci sont incolores ou plus souvent en partie opaques et d'un blanc de lait.

C'est par ce procédé que M. Orville Derby a trouvé le xénotime dans le résidu du lavage d'un échantillon de kaolin des environs de Limoges (*Haute-Vienne*). Il y était associé à des cristaux prismatiques de zircon, à de la magnétite, de l'ilménite, de l'anatase et de la pseudo-brookite (*Min. Mag.* XI. 304. 1897).

MONAZITE



Monoclinique : $mm = 93^\circ 22'$.

$b : h = 1000 : 661,353$ (Dx.) $D = 717,508$ $d = 696,550$.

Angle plan de $p = 91^\circ 41' 53''$

— $m = 99^\circ 32' 28''$

$$\left[a : b : c = 0,9708 : 1 : 0,92173 \right]$$

$$zx = 76^\circ 14'$$

Formes observées. m (110), h^3 (210), h^1 (100), g^3 (120), g^4 (010) ; σ^1 (101), α^1 ($\bar{1}$ 01) ; e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$ 11) ; $\omega = (b^1 d^{1/3} g^1)$ ($\bar{1}$ 21), $z = (b^{1/2} b^{1/4} h^1)$ ($\bar{3}$ 11) ; $\alpha_3 = (b^1 b^{1/3} h^1)$ ($\bar{2}$ 11).

Macles. Macle suivant h^1 (100).

Les angles mesurés suivants ont tous été obtenus sur des cristaux de turnérite de l'Oisans par Lévy (L.), Marignac (M.), Philipps (P.), vom Rath (R.) ; ou de la Meije par moi-même (Lx).

		Angles				Angles		
		calculés.	mesurés.			calculés.	mesurés.	
[	mm	93°22'	93°26' M.	[	$g^1 d^{1/2}$	120°46'	
	mh^1	136°41'	136°43' M. 45' Lx.		$d^{1/2} o^1$	149°44'	149°38' P.	
	mg^1	133°19'	133°41' R.		$d^{1/2} d^{1/2}$	119°28'		
	$h^1 h^3$	154°46'	155°17' Lx.		$g^1 \omega$	146° 5'	145°53' M 146°40' P.	
	$h^3 g^1$	115°14'			$g^1 b^{1/2}$	126°38'	126°30' P.	
	$h^3 h^3$ av.	129°32'			$\omega b^{1/2}$	160°33'		
	$h^3 m$	161°55'			$*b^{1/2} a^1$	143°22'	143°30' P.	
	$h^1 g^3$	117°56'	117°48' P.		$\omega \omega$ s. a^1	67°50'	68°44' M.	
	$m g^3$	161°15'			$b^{1/2} b^{1/2}$ s. a^1	106°44'	107°40' M.	
	$g^3 g^1$	152° 4'			[$g^1 a_3$	114°57'	
	$o^1 h^1$ adj.	140°43'	140°49' Lx.			$a_3 a_3$	130° 6'	130°24' M.
	$*ph^1$	103°46'			[$g^1 z$	107°49'	
	$a^1 h^1$	126°43'	126°40' Lx.			$z z$ adj.	144°22'	144°29' Lx.
	$o^1 a^1$ s. p	93° 4'	93°35' P.		$o^1 m$ adj.	124°17'	124°10' Lx.	
	[$e^2 g^1$	114° 6'		114°22' M.	$o^1 d^1$ adj.	153°16'	
		$e^2 e^2$ s. p	131°48'		131°46' M, 50' P. 40' Lx.	$o^1 e^1$ s. d^1	126°32'	126°40' P.
		$e^1 g^1$	131°50'		131°50' M, 55' P.	$e^1 \omega$ adj.	145°10'	145° 9' Lx.
		$e^1 e^1$ sur p	96°20'		96°10' à 20° M. 17' Lx.	$e^1 m$ post.	109°11'	109° 8' Lx.
		$e^{1/2} g^1$	150°49'		150°55' M. P.	ωm adj.	144° 1'	143°37' Lx.
$e^{1/2} e^{1/2}$ s. p .	58°22'	58°10' M.	e^1 mant.	125°35'	125°50' Lx.			
[	$p m$ ant.	99°58'		$a^1 m$ s. e^1	64°32'		
	$d^{1/2} m$	146°19'	146°10' Lx.	$e^1 a^1$	118°37'	118°45' P.		
$b^{1/2} m$	138°58'		$a^1 a_3$	146°17'	146°41' Lx.			
[	$e^{1/2} h^1$ ant.	96°40'	96°46' M.	$a_3 m$ adj.	149°41'	149° 8' Lx.	
	ωh^1 adj.	109°15'	109° 5' M.	$e^{1/2} m$ ant.	133° 6'			
$\omega e^{1/2}$	154° 5'	154° 6' M.	$b^{1/2} m$ s. $e^{1/2}$	93°41'	93°42' M.			
$d^{1/2} h^1$ adj.	131°57'	132° Lx.	$e^{1/2} b^{1/2}$	140°35'	140°45' R.			
$e^1 h^1$ s. $d^{1/2}$	100°13'	99°40' L. 100°25' M. 20' Lx.	$m z$ adj.	149°13'	149°20' M.			
$b^{1/2} h^1$ adj.	118°49'	118°43' M.	[	$d^{1/2} h^3$ ant.	145° 3'		
$a_3 h^1$ adj.	141°30'	141°45' M. 25' Lx.		$e^2 h^3$ s. $d^{1/2}$	111°45'			
$z h^1$ adj.	153°10'	152°55' M. 52' P. 48' Lx.		$e^2 a^1$ adj.	125°56'			
$e^1 b^{1/2}$ adj.	141°28'			$a^1 z$ adj.	142°40'			
$e^1 z$ s. $b^{1/2}$	106°37'	106°41' M.		$a^1 h^1$ post.	122°49'			
$e^1 a_3$ adj.	118°17'	118°21' M.		$z h^3$ adj.	159°39'			
$b^{1/2} z$	145° 9'							

Faciès des cristaux. Les cristaux de monazite peuvent être rapportés aux trois types suivants :

Type I. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) et allongés suivant l'axe vertical; ils sont terminés par les faces o^1 (101) et souvent a^1 ($\bar{1}01$); c'est une forme fréquente dans les cristaux des pegmatites.

Type II. Les cristaux sont soit également développés suivant les trois axes (type II a) (fig. 5), soit aplatis parallèlement à h^1 (100) et

alors un peu allongés suivant l'axe b (type II b) (fig. 2, 3 et 6). Ce sont les deux modalités de la *turnérite*.

Type III. Les pyramides $b^{1/2}$ (111) sont très développées ; les cristaux sont caractérisés par un allongement suivant une arête $b^{1/2} b^{1/2}$.

Les faces des zones ph^1 et pg^1 de la *turnérite* sont souvent ondulées.

Clivages. Clivage ou plans de séparation souvent faciles suivant p (001) ; clivages difficiles suivant h^1 (100) et g^1 (010). Parfois plans de séparation suivant m (110). Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4,9 à 5,3.

Coloration et éclat. Rouge-hyacinthe, brun-giroflée, jaune brun, jaune vert clair ; la *turnérite* est souvent d'un blanc rosé très pâle. La *monazite* est le plus souvent incolore en lames minces.

Les cristaux de *turnérite* possèdent une propriété analogue à celle de l'*alexandrite* ; examinés à la lumière jaune d'une lampe ou du gaz, ils changent de couleur et deviennent d'un jaune plus rouge.

Poussière jaune rougeâtre ou blanche. Transparente à translucide.

Éclat vitreux à résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010) et presque parallèle à h^1 (100). La bissectrice aiguë positive (n_g) fait dans g^1 , un angle de 2 à 5° avec h^1 , dans l'angle obtus de ph^1 . Faible dispersion horizontale, et faible dispersion des axes $\rho < v$.

$$n_g = 1,8411 \text{ (Wülfing)}$$

$$n_m = 1,7963$$

$$n_p = 1,7937$$

$$n_g - n_p = 0,0454 \text{ d'où } 2E = 23^{\circ}2'$$

$$2E = (\text{mes.}) 22^{\circ} \text{ à } 36^{\circ}, \text{ suivant les localités (rouge).}$$

Pléochroïsme. Faiblement pléochroïque dans les teintes jaunes, avec maximum suivant n_m .

Composition chimique. La composition chimique est représentée par la formule $(\text{Ce,La,Di})\text{PO}_4$, dans laquelle les proportions relatives de ces différents métaux sont variables avec les localités ; il existe en outre une quantité variable de divers autres corps et notamment de thorium ; celui-ci donne de l'importance économique à ce minéral ; dans la *monazite* des sables du Mananjary (*Madagascar*), la teneur en ThO_3 atteint 10 %, d'après des essais de M. Arsandaux.

La *thorine* peut être mise en évidence par le procédé de MM. Wyruboff

et Verneuil, qui est quantitatif. Le minéral est attaqué par l'acide sulfurique, qui est ensuite évaporé jusqu'à consistance sirupeuse, puis additionné d'eau glacée ; les terres rares sont alors précipitées par l'acide oxalique. Les oxalates sont transformés en nitrates ; ceux-ci sont dissous dans l'eau et la thorine est précipitée par l'eau oxygénée. Elle est ensuite transformée en azotate, dont la solution dans l'acide azotique est évaporée à sec au bain-marie : cet azotate, redissous dans l'eau, est reprécipité par l'eau oxygénée. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'hydrate de peroxyde de thorium précipité soit parfaitement blanc.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, ne fond pas, mais devient grisâtre. Imbibée d'acide sulfurique, colore la flamme en vert bleuâtre.

Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique ; soluble dans l'acide sulfurique.

Spectre d'absorption. Examinée avec un spectroscope de poche, la monazite fournit le spectre d'absorption du didyme.

Diagnostic. La monazite est parfois difficile à diagnostiquer en l'absence de formes géométriques, comme cela a lieu dans les sables. Sa coloration jaune, son pléochroïsme et sa biaxie établissent le diagnostic différentiel d'avec le zircon. Le spectre d'absorption est très caractéristique, quand il peut être observé. Une bonne réaction microchimique consiste à attaquer le minéral par l'acide sulfurique qui, par évaporation, donne après addition d'un peu d'acétate de sodium, de petits cristaux ovoïdes, terminés par une pointe (aspect de bacilles) de sulfate sodiocéruleux. En reprenant par une goutte d'eau, on obtient des aiguilles de sulfate de cérium.

Dans les sables monazités, la monazite est en général plus roulée que le zircon.

Le changement de couleur à la lumière artificielle permet de distinguer la turnérite du sphène, qui l'accompagne fréquemment dans les fentes de quelques roches.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La monazite se rencontre dans les modes de gisements suivants :

- 1° dans les roches granitiques et gneissiques ;
- 2° dans les fentes de roches diverses ;
- 3° dans les sables.

1° *Dans les roches granitiques et gneissiques.*

Les granites et leurs pegmatites constituent le gisement principal de la monazite; elle existe aussi comme élément microscopique des granites (particulièrement des granites à muscovite) et des gneiss. Ce minéral n'a été trouvé en échantillons macroscopiques dans aucune de ces roches provenant des territoires étudiés dans ce livre, mais c'est certainement de celles-ci que viennent les cristaux qui sont signalés plus loin dans les sables de la *Guyane* et de *Madagascar*.

M. Orville Derby en lavant à la batée le produit de la trituration d'un échantillon de granite de Berzet (*Puy-de-Dôme*) y a trouvé quelques cristaux de monazite, associés à du zircon et à un peu d'anatase bleue (*Miner. Magaz.* XI, 307. 1897).

2° *Dans les fentes de roches diverses.*

Alpes. — *Isère.* Lévy a décrit en 1823 (*Ann. of Philos.* XXI. 241), sous le nom de *turnérite*, de très petits cristaux d'un jaune brun, trouvés avec de l'adulaire et de la crichtonite lamellaire sur un échantillon provenant du Dauphiné. Peu après, Philips compléta cette première description (*Élem. Introd. Mineral.* 382. 1823) en donnant comme provenance le Mont Sorel (Dauphiné).

La composition chimique de la turnérite était alors inconnue. Dana fit voir en 1866 (*A system of Miner.*) que sa forme pouvait être ramenée à celle de la monazite. M. Pisani put démontrer en 1877 (*C. R.* LXXXIV. 462) par l'essai de cristaux analogues, trouvés en Suisse, que ces deux minéraux ne diffèrent pas au point de vue de la composition chimique.

Le gisement originel exact des cristaux étudiés par Lévy est incertain; il n'existe en effet pas de Mont Sorel en Oisans. L'Alpe Sorrel, près Maronne, ne renferme pas de gisements fournissant les minéraux précités. M. Miers a examiné (*Min. Mag.* VIII. 207. 1889) l'étiquette originale de la collection de Phillips, qui a mis en circulation ce nom de localité et constaté qu'elle porte « Mt. Soret »; or, comme cet échantillon avait été envoyé en Angleterre sous la dénomination de *piclôte*, minéral que venait de décrire Soret, il est probable que Mont Soret a été écrit au lieu de Mons. Soret, nom du donateur.

Quoi qu'il en soit, les échantillons renfermés dans les vieilles collections consistent en granulite, recouverte de quartz chlorité et de crichtonite ; ils me paraissent provenir de la Combe de la Selle ; les cristaux de turnérite sont d'un beau jaune brun. Je n'ai vu aucun échantillon de ce genre trouvé depuis moins de cinquante ans, mais depuis quelques années, ce même minéral a été retrouvé avec un facies différent à la Montagne des Puits, près Saint-Christophe en Oisans, dans les fentes d'aplites riches en albite, avec petits cristaux de quartz, d'anatase, de crichtonite. Le même minéral a été trouvé avec le même aspect au Freney, dans la vallée de la Romanche.

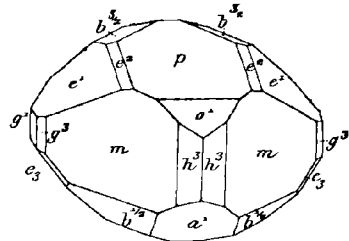


Fig. 1.
Turnérite. Figure originale de Lévy, avec l'orientation adoptée par lui.

La fig. 1 représente le dessin original de Lévy, avec l'orientation maintenue par Philipps et Des Cloizeaux dans le premier volume de sa

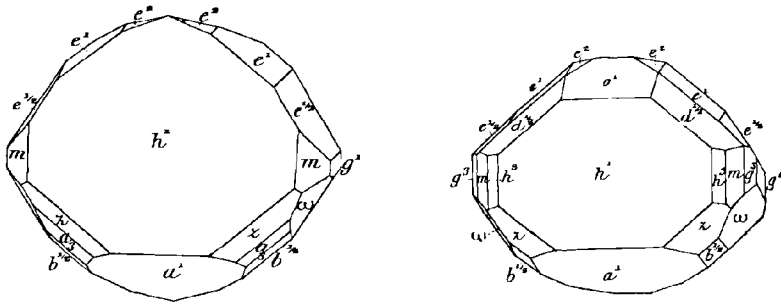


Fig. 2 et 3.
Turnérite de l'Oisans. Type II b.

Minéralogie (p. 333 et fig. 249 et 250, pl. XLII). Voici la concordance de cette orientation avec celle admise ici, et employée par Des Cloizeaux dans sa description de la monazite (*op. cit.* II. pl. XLV et 472).

Lévy	Lévy	Lévy
$p = h^1 (100)$	$o^1 = o^1 (101)$	$d^{1/2} = d^{1/2} (111)$
$e^2 = h^3 (210)$	$a^1 = a^1 (\bar{1}01)$	$b^{1/2} = b^{1/2} (\bar{1}11)$
$e^1 = m (110)$	$h^3 = e^2 (012)$	$b^1 = a_3 (\bar{2}11)$
$e^{1/2} = g^3 (120)$	$m = e^1 (011)$	$b^{3/2} = z (311)$
$g^1 = g^1 (010)$	$g^3 = e^{1/2} (021)$	$w = \omega (\bar{1}21)$

Les figures 2 et 3 ne sont autres que celles données par Des Cloizeaux en 1862, mais elles ont été redessinées pour les mettre en accord avec l'orientation nouvelle. De même, la figure 4 est la projection sur g^1 (010) de Philipps, mais avec cette même orientation nouvelle.

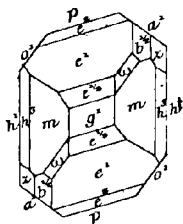


Fig. 4.
Turnérite. Projection sur g^1 (010).

Ces cristaux sont très aplatis suivant h^1 (100) et présentent les formes h^3 (210), m (110), g^3 (120), g^1 (010), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$), e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), z (311), a_3 ($\bar{2}11$) et ω ($\bar{1}21$). C'est le type II b ; les cristaux anciens existant soit dans la collection d'Haüy, soit dans celle du Muséum s'y rapportent.

J'ai trouvé dans la collection d'Haüy un très beau cristal de turnérite jaune de miel, indiqué comme sphère (titane calcaréo-siliceux); il a probablement la même origine que ceux décrits par Lévy; il diffère de ceux figurés par Des Cloizeaux en ce que les faces m (110) sont, comme dans les cristaux de la Meije, très peu développées.

Les cristaux de la Montagne des Puits, près Saint-Christophe en Oisans, sont identiques à ceux de la Meije.

Hautes-Alpes. J'ai décrit (*C. R.* XXII. 1429. 1896) les cristaux pro-

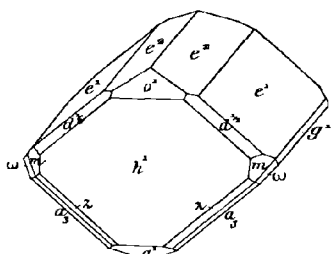


Fig. 5.
Turnérite de la Meije. Type II b .

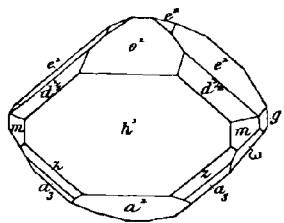


Fig. 6.
Turnérite de la Meije. Type II a .

venant du glacier de la Meije aux environs de la Grave, où ils accompagnent l'anatase, la brookite et le quartz hyalin. Ils sont à rapporter à deux variétés du type II. Dans la première (fig. 5), les formes dominantes sont h^1 (100) et e^1 (011), avec de petites facettes m (110), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$), e^2 (012), ω ($\bar{1}21$), z (311), a_3 ($\bar{2}11$); très rarement, il

existe des indications de $e^{1/2}$ (021) ; ces cristaux sont d'un jaune rosé pâle ou plus rarement d'un rouge brunâtre clair.

Les cristaux de la seconde variété (type II. *b*) (fig. 6) sont d'un jaune très pâle, souvent allongés suivant une arête $o^1 h^1$ et en outre aplatis suivant h^1 ; celles des formes qui sont réduites dans les types précédents, prennent parfois un grand développement dans ces cristaux ; h^1 est la seule forme de la zone verticale qui soit très développée.

Les cristaux de turnérite de la Meije dépassent rarement 2 mm. de plus grande dimension.

3° Dans les sables.

La monazite étant dense, se concentre dans les sables des rivières et des côtes, parmi les minéraux lourds provenant de la désagrégation des roches qui les contenaient originellement. Elle s'y trouve parfois en quantité telle qu'elle peut être fructueusement exploitée pour la thorine qu'elle contient.

Madagascar. — J'ai signalé récemment (*B.S.M.* XXXII. 315. 1909) l'existence de sables monazités à Madagascar. J'en ai eu connaissance par M. Garivier. Les prospections de cet ingénieur et de M. Mathieu ont montré que ce minéral se rencontre dans les alluvions aurifères d'un grand nombre de rivières de la côte orientale de l'île et particulièrement dans le bassin du Mananjary et de ses affluents. Les fonds de batée de ces régions renferment, avec l'or, de la magnétite, de l'ilménite, de l'almandin, du disthène, du rutile, du zircon et enfin de la monazite transparente, identique à celle des sables monazités du Brésil. Celle-ci est presque exclusivement concentrée dans les portions, dont les grains ont environ $1/3$ de millimètre. La monazite, séparée par électrotriage, est en moyenne d'un jaune orangé ; les grains les plus petits sont jaune d'or, les plus gros d'un jaune brunâtre. Le zircon présente les mêmes dimensions, mais ses cristaux sont d'ordinaire beaucoup moins roulés. Bien que je n'aie pu faire aucune mesure, il me semble probable, d'après leur forme, que ces cristaux de monazite sont aplatis suivant h^1 et limités en outre par m (110), o^1 (101), a^1 ($\bar{4}01$) e^1 (011) et peut-être $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), avec à peu près égal développement de ces différentes formes.

J'ai rencontré en outre, associé à cette monazite, un minéral incolore, paraissant orthorhombique, mais optiquement négatif, que je n'ai pu assimiler à aucune espèce connue.

L'origine de ces divers minéraux doit être cherchée dans les granites et les gneiss acides.

Guyane. — J'ai trouvé dans des sables aurifères, rapportés de l'ancien Contesté franco-brésilien par M. Geay, de petits cristaux de monazite se présentant avec un aspect tout différent ; ils ont 2 à 3 mm., ils sont bruns opaques et rappellent ceux d'Arendal (Type I); leur forme est la même : m , h^1 , o^1 , a^1 , avec aplatissement suivant h^1 . Ils sont accompagnés de petits cristaux de columbite et doivent provenir de la désagrégation de pegmatites.

CERVANTITE



Formes et faciès. La cervantite est considérée par quelques auteurs comme orthorhombique; il est probable que la forme des agrégats orthorhombiques, qui la constituent, est celle de stibine épigénisée. Elle forme aussi des croûtes, des concrétions, des masses pulvérulentes.

Dureté. 4 à 5.

Densité. 4,08.

Coloration et éclat. Jaune Isabelle, jaune de soufre, blanche. Pousière blanche ou d'un blanc jaunâtre.

Éclat gras et nacré, parfois terne et terreux.

Composition chimique. La formule Sb^2O^4 ou $\text{Sb}^2\text{O}^3, \text{Sb}^2\text{O}^5$ correspond à la composition suivante :

Sb.....	78,9
O.....	21,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Dans le tube ne se sublime pas. Sur le charbon est réduite en un globule d'antimoine, avec production d'une auréole blanche. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La cervantite se distingue aisément de la valentinite par son infusibilité et par sa non volatilité; de la stibiconite, parce qu'elle ne donne pas d'eau dans le tube.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cervantite est comme son hydrate, la *stibiconite*, étudiée plus loin, le résultat de l'altération de la stibine; elle paraît être moins fréquente.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La cervantite a été signalée par Dufrenoy (*Minér.* III. 182. 1856) à Chazelles, en croûtes adhérentes à de la stibine.

GROUPE DE L'APATITE

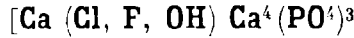
Le groupe de l'apatite comprend de nombreuses espèces, géométriquement hexagonales et parahémiédriques; quelques-unes d'entre elles possèdent des propriétés optiques, qui indiquent un réseau de symétrie inférieure. Ces espèces sont les suivantes :

<i>Apatite</i>	}	$(\text{Ca F})\text{Ca}^4(\text{PO}^4)^3$
		$(\text{Ca Cl})\text{Ca}^4(\text{PO}^4)^3$
		$[\text{Ca}(\text{Cl.F.OH})]\text{Ca}^4(\text{PO}^4)^3$
<i>Pyromorphite</i>		$(\text{Pb Cl})\text{Pb}^4(\text{PO}^4)^3$
<i>Polysphérite</i> ...		$[(\text{Pb,Ca})\text{Cl}](\text{Pb,Ca})^4(\text{PO}^4)^3$
* <i>Svabite</i>		$[\text{Ca}(\text{F.OH.Cl})]\text{Ca}^4(\text{AsO}^4)^3$
<i>Mimétite</i>		$(\text{Pb Cl})\text{Pb}^4(\text{AsO}^4)^3$
<i>Campylite</i>		$(\text{Pb Cl})\text{Pb}^4[(\text{As,P})\text{O}^4]^3$
<i>Ilédyphane</i>		$[(\text{Pb,Ca})\text{Cl}](\text{Pb,Ca})^4(\text{AsO}^4)^3$
<i>Vanadinite</i>		$(\text{Pb Cl})\text{Pb}^4(\text{VO}^4)^3$
<i>Endlichite</i>		$(\text{Pb Cl})\text{Pb}^4[(\text{V,As})\text{O}^4]^3$

Le tableau suivant donne la comparaison des réactions et des propriétés pyrognostiques des types plombifères de ce groupe, dont les caractères extérieurs sont souvent identiques et qui ne peuvent se distinguer les uns des autres que chimiquement ou optiquement.

	<i>Pyromorphite</i>	<i>Mimétite</i>	<i>Vanadinite</i>
<i>Dans le tube fermé.</i>			Décrépité ; faible enduit de PbCl ² .
<i>Au chalumeau, sur le charbon.</i>	Donnent un sublimé de Pb Cl ² Fusible en globule devenant polyédrique en cristallisant. Enduit blanc de PbCl ² et jaune de PbO. Flamme colorée en vert bleuâtre.	Fusible avec odeur d'ail au feu réd. Réduit en globule de plomb, avec enduit de Pb Cl ² , de As ² O ³ et de PbO.	Fusible en donnant une masse noire bulleuse, facile à réduire en un globule métallique.
<i>Sel de phosphore.</i>	—	—	Perle vert-émeraude (F.R) ou jaune clair (F.O).
<i>Sel de phosphore et oxyde de cuivre.</i>	Colorent la flamme en bleu azur (réaction du chlore).		
<i>Acide azotique étendu.</i>	Facilement solubles.		La solution évaporée à sec donne un résidu rouge foncé.
<i>ng — np</i>	0,012	0,016	0,056 0,039 (endlichite).

APATITE



Hexagonale : parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 732,712$ (Dx.) $D = 866,025$ $d = 500$

$[a : c = 1 : 0,73271]^1$

Formes observées. p (0001); m (10 $\bar{1}$ 0), h^1 (11 $\bar{2}$ 0);
 a^2 (11 $\bar{2}$ 2), a^1 (11 $\bar{2}$ 1), $a^{1/2}$ (22 $\bar{4}$ 1); b^2 (10 $\bar{1}$ 2), b^1 (10 $\bar{1}$ 1); $b^{1/2}$ (20 $\bar{2}$ 1);
 $1/2 a_2 = (b^1 b^{1/2} h^1) [\pi (21\bar{3}1)]$, $1/2 a_3 = (b^1 b^{1/3} h^1) [\pi (31\bar{4}1)]$; $1/2 \delta = (b^1 b^{1/3} h^{1/2}) [\pi (31\bar{4}2)]$.

Les angles suivants ont été mesurés par moi sur les cristaux de la Villeder et sur ceux des environs de Nantes.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	120°		$b^2 b^2 s. p$	134° 8'	
mh^1	150°		$* pb^1$	139°46'	139°48'
pa^2	143°46'	143°40'	$b^1 m$	130°44'	
$a^2 h^1$	126°14'		$b^1 b^1 s. p.$	99°32'	
pa^1	124°19'		$b^2 b^1$	162°42'	162°48'
$a^1 h^1$	144°41'		$pb^{1/2}$	120°35'	
$pa^{1/2}$	108°50'	108°49'	$b^{1/2} m$	149°25'	149°20'
$a^2 a^1$	160°33'		$b^{1/2} b^{1/2} s. p.$	61°10'	
ph^1	90°		$b^1 b^{1/2}$	160°49'	
pb^2	157°4'	157°15'			
$b^2 m$	112°56'				

1. Ces données se rapportent à l'apatite fluorée, les types chlorés ont l'axe vertical légèrement moins long.

pa_2	114° 4'		$a_2 a_3$	172°20'30"	
ph^2	90°		$a_3 a^1$	158°23'	
$p\delta$	123°15'		$a_2 a^1$	166° 2'30"	
pa_3	108° 9'		$a^1 a^1$ s. b^1	88°40'	
$h^1 a_2$	153°43'	153°48'	$a^1 b^1$	153°10'30"	153°18'
$h^1 \delta$	143°28'		$h^1 b^1$ s. a^2	142°19'	142°17'
$h^1 b^1$	124° 1'	124° env.	$ma^{1/2}$ adj.	145° 3'	145°13'
$h^1 b^2$ lat.	90°		ma_2 opp.	135°39'	
$a_2 \delta$	169°45'	169°50'	$mb^{1/2}$	115°30'	115°29'
$a_2 b^1$	150°18'	150°10'	$m\delta$ s. $b^{1/2}$	103°25'	
$b^1 b^2$	145°59'		ma^1	90°	
$a^2 a^2$ adj.	145°38'		δa^1	166°35'	166°30'
$a^1 a^1$ adj.	131°12'		$a^{1/2} b^{1/2}$	150°27'	
$a^1 b^{1/2}$	155°36'	155°39'	$a_2 b^{1/2}$	161°51'	161°45'
$a^{1/2} a^{1/2}$ adj.	123°30'		$a^{1/2} a^{1/2}$ s. $b^{1/2}$	69°54'	
$m\delta$ adj.	144°16'		$b^{1/2} b^{1/2}$ adj.	129° 0'	
ma^2	120°47'		ma_3 opp.	131°13'	
$a^2 a^2$ s. b^2	118°27'		ma_2 s. $b^{1/3}$	104°39'	
mb^2	101°14'		ma_3 lat.	105° 7'	
$b^2 b^2$ adj.	157°32'		$ma^{1/2}$ lat.	90°	
ma_3	157°17'		$a_3 a^{1/2}$	164°43'	
ma_2 adj.	149°37'30"	149°30'	$1/2 a_3 1/2 a_3$	123°16'	
ma^1	135°40'	135°44'	$1/2 a_2 1/2 a_2$	125°40'	
mb^1 lat.	108°50'30"	108°58'	$1/2 \delta 1/2 \delta$	130°34'	
ma^2 lat.	90°				

Faciès des cristaux. Les cristaux d'apatite sont à rapporter à deux types :

Type I. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, terminés par une pyramide, qui est généralement b^1 (10 $\bar{1}$ 1), au moins comme forme dominante (fig. 1) (type I *a*) et plus rarement a^1 (11 $\bar{2}$ 1) (fig. 10) type I *b*). La base est fréquente (fig. 6 à 8).

Type II. Les cristaux sont raccourcis suivant l'axe vertical (fig. 2) et souvent aplatis suivant la base, quand celle-ci existe (fig. 5).

Les formes hémiedres (fig. 8 et 9) ne sont fréquentes que dans quelques gisements.

L'apatite constitue également des masses grenues ou compactes.

Quant aux minéraux désignés sous le nom de *phosphorites*, que l'on rattache habituellement à l'apatite, je montrerai plus loin qu'ils doivent être considérés comme distincts ; je les étudierai aux articles *dahlite*, *francolite* (*staffélite*) et *colophanite*.

Clivages. Clivage p (0001) imparfait ; traces suivant m (10 $\bar{1}$ 0). Casure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 5. Fragile.

Densité. 3,17 à 3,23.

Coloration et éclat. Incolore ; diverses teintes de vert, de bleu, de violet et de jaune, plus rarement, grise, brune ou noire. L'apatite est parfois rendue opalescente dans la direction de l'axe vertical par une structure fibreuse (notamment dans les variétés blanches). Poussière blanche. Transparente à translucide.

Éclat vitreux, inclinant au résineux.

Inclusions. L'apatite des roches volcaniques renferme fréquemment de très fines inclusions aciculaires (magnétite), allongées suivant l'axe vertical et orientées sur leur hôte ; par oxydation, elles donnent à l'apatite une coloration rouge.

Dans le granite, dans les filons stannifères (La Villeder), l'apatite est parfois extrêmement riche en inclusions liquides à bulle.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* (n_p). Les apatites colorées présentent parfois une structure complexe, sur laquelle Mallard a appelé l'attention. Une section basique se divise en six secteurs biaxes, dans lesquels le plan des axes est généralement parallèle à la bissectrice de l'angle formé par la trace d'une face m et la ligne de séparation de deux secteurs contigus ; le centre est fréquemment uniaxe.

Les indices varient avec la composition ; les apatites fluorées sont moins réfringentes que les chlorées et ce caractère permet aisément de les distinguer les unes des autres. Voici quelques indices mesurés par M. Gaubert et qui sont caractéristiques à cet égard.

	Cl.	F.	n_g	n_p	$n_g - n_p$
Bamle.....	5,8		1,6694	1,6653	0,0038
Knappenwand.	0,03	3,63	1,6359	1,6334	0,0025
Priziac.....			1,6363	1,6332	0,0031
La Villeder....			1,635	1,633	0,002

Pléochroïsme. Les variétés colorées sont pléochroïques, au moins sur une forte épaisseur. Le maximum d'absorption a lieu suivant n_p , c'est-à-dire parallèlement à l'allongement.

<i>Barbin Villeder.</i>	<i>Barbin.</i>	<i>Pont-Percé.</i>
n_g = incolore	incolore ou bleu pâle	bleu pâle
n_p = bleu azur	violet rougeâtre.	bleu cobalt.

Les apatites colorées par des inclusions ferrugineuses présentent un pseudopléochroïsme très intense, dans les teintes jaunes et rouges quand celles-ci sont oxydées : le maximum de coloration a lieu aussi suivant n_p .

Composition chimique. La formule de l'apatite normale est $(\text{CaF})\text{Ca}^4(\text{PO}^4)^3$ ou en doublant $3\text{Ca}^3(\text{PO}^4)^2$, CaF^2 (composition centésimale *a*) et plus rarement $(\text{CaCl})\text{Ca}^4(\text{PO}^4)^3$ (composition *b*). Une petite quantité de fluor ou de chlore est parfois remplacée par de l'hydroxyle ; de plus, il existe des apatites, à la fois fluorées et chlorées : la formule la plus générale est donc $[\text{Ca}(\text{F},\text{Cl},\text{OH})]\text{Ca}^4(\text{PO}^4)^3$.

Les proportions de fluor, de chlore et d'hydroxyle ne sont pas toujours suffisantes pour satisfaire à cette formule et dans ce cas, il existe un excès d'oxygène. La composition des apatites offrant cette particularité peut rentrer dans une même formule générale (Hoskyns-Abrahall) si l'on double celle-ci, qui devient alors $[\text{Ca}^2(\text{F}^2,\text{Cl}^2,\text{O})]\text{Ca}^8(\text{PO}^4)^6$: d'après les analyses de M. Ad. Carnot, il peut aussi exister de l'anhydride carbonique, remplaçant du fluor.

Certaines apatites contiennent une petite quantité d'oxyde manganéux ; elles sont généralement de coloration bleue. D'autres fournissent le spectre d'absorption du didyme et renferment en outre du cérium et du lanthane ; dans quelques-unes de ces dernières, ces terres rares sont dues à l'existence des inclusions de monazite (*cryptolite*).

Analyse de l'apatite de Montebbras par A. Carnot (*A.M.XIV. 214. 1896*).

	a ⁽¹⁾	b ⁽¹⁾	c
P ² O ⁵	42,3	41,0	39,60
F.....	3,8	»	3,23
Cl.....	»	6,8	tr.
CaO.....	55,5	53,8	50,45
MnO.....	»	»	1,22
Fe ² O ³	»	»	0,20
Quartz....	»	»	6,35
	101,6	101,6	101,05

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond difficilement sur les bords en colorant la flamme en jaune rouge ; si le minéral a été humecté au préalable par de l'acide sulfurique, la flamme est colorée en vert bleuâtre.

Les types chlorés fondus avec le sel de phosphore et du cuivre

	a	b
1. Correspondant à : Ca ³ P ² O ⁸	92,25	89,40
CaF ²	7,75	»
CaCl ²	»	10,60
	100,00	100,00

colorent la flamme en bleu (chlorure de cuivre). Les types fluorés fondus avec le sel de phosphore dans le tube ouvert dégagent du fluor.

Soluble dans l'acide azotique. La solution précipite en jaune par le molybdate d'ammoniaque et donne du gypse par addition d'acide sulfurique.

Phosphorescence. Certaines variétés deviennent phosphorescentes après avoir été chauffées.

Altérations. L'apatite est souvent corrodée dans les roches éruptives, mais elle présente rarement des altérations en dehors de l'oxydation de ses inclusions ferrugineuses qui vient d'être signalée. Les types décrits comme contenant H^2O et CO^2 en quantité supérieure à celle prévue par les formules données plus haut et considérés par quelques auteurs comme ayant subi un commencement de décomposition sont des composés bien définis (voir *Combinaisons de phosphates et de carbonates*).

Diagnostic. La forme, les propriétés optiques et les réactions de la solution azotique de l'apatite ne permettent de la confondre avec aucun autre minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'apatite est un élément microscopique, automorphe, de presque toutes les roches éruptives ou métamorphiques; elle est la source principale et souvent exclusive de l'anhydride phosphorique que décèlent les analyses chimiques des roches. Par contre, elle ne se trouve en éléments macroscopiques que dans un nombre limité de gisements et ce sont ceux-là seulement dont je m'occuperai. Je la considérerai successivement :

- 1° dans les roches éruptives,
- 2° dans les roches métamorphisées par les roches éruptives,
- 3° dans les filons métallifères,
- 4° dans les schistes cristallins ¹.

Il n'existe pas en France de gisements drusiques d'apatite dans les fentes de roches diverses (granites ou schistes cristallins) du genre de ceux qui, dans le massif du Saint-Gothard par exemple, fournissent de si beaux cristaux.

1. Voir au paragraphe Combinaisons de phosphates et de carbonates pour les *phosphorites* et pour les soi-disant apatites des terrains sédimentaires.

1° *Dans les roches éruptives.*a) *Dans les pegmatites et les aplites.*

L'apatite est fréquente dans les pegmatites et les aplites, où elle forme parfois des cristaux de grande taille, souvent pris par les anciens auteurs pour du béryl. Ces cristaux de formation magmatique engagés dans le feldspath ou le quartz, sont toujours très allongés suivant l'axe vertical et généralement réduits aux formes $m.p$, $m b^1$ ou $p m b^1$; ils sont souvent associés d'une façon intime à la tourmaline, à la biotite.

Les cavités miarolitiques et les géodes des pegmatites renferment aussi l'apatite comme minéral drusique qui, à l'inverse des précédents, est de formation pneumatolitique; ses cristaux sont alors remarquablement brillants et nets, variés de formes, rarement aussi allongés que dans les conditions précédentes, souvent raccourcis suivant l'axe vertical ou même aplatis suivant la base et riches en faces. Ils se sont d'ordinaire produits à la fin de la cristallisation des feldspaths sur lesquels ils sont implantés, avec quartz, etc.

Je considérerai successivement l'apatite dans ces deux conditions de gisement.

z. Comme élément normal.

Bretagne. — *Morbihan.* On rencontre l'apatite en cristaux verts dans le granite à muscovite de Plumeliau, de Saint-Alouestre, du Mont Foulon près Saint-Nicolas-du-Tertre.

Loire-Inférieure. Dans l'aplite et la pegmatite d'Orvault.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Dans la pegmatite du pic du Midi de Bigorre (*B. S. M. X.* 314. 1887).

Haute-Garonne. L'apatite a été signalée en petits cristaux verdâtres dans les pegmatites des environs de Luchon.

Ariège. L'apatite est parfois très abondante dans les gisements de tourmaline de l'Ariège (voir tome I) et notamment dans ceux du massif du Saint-Barthélemy (col de Girabal en particulier) : elle n'y forme que de très petits prismes blanchâtres, englobés dans la tourmaline, les feldspaths ou le quartz.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Parmi les pegmatites riches en apatite de cette région, il y a lieu de citer spécialement celles de Saint-Privat d'Allier; la collection du Muséum possède un échantillon

de cette localité exclusivement constitué par des prismes hexagonaux jaune verdâtre d'apatite, mélangés à des lames de muscovite. Ce minéral se trouve aussi (Gonnard. *B.S.M.* VII. 65, 1884) en cristaux de 1 cm., associés à de la tourmaline, dans les pegmatites de la Chaise-Dieu.

Haute-Vienne. L'apatite n'est pas rare dans les pegmatites du Limousin; elle se présente parfois en cristaux distincts, blanchâtres, verts ou bleutés (pm) à la Ferme de Biards en Glandon, dans des masses de mica (muscovite et biotite) à la Vilate en Chanteloube (avec spessartine, wolfram, mispickel), à la Chèze en Ambazac (dans lépidolite), au Pont-du-Barost (dans béryl), etc., mais le plus souvent elle constitue dans l'orthose des masses fendillées, informes, verdâtres ou blanches.

Au Mazataud et à Avent en Bessines, elle est plus abondante que dans les gisements précédents (avec béryl, cassitérite, columbite); à Chabanne en Saint-Sylvestre (avec triplite, columbite, etc.), elle forme dans la pegmatite des cristaux hexagonaux (pm) ou des masses constituées par un seul individu cristallin atteignant parfois plus d'un kilogramme; cette apatite est d'un vert-asperge ou d'un gris verdâtre; elle est souvent fendillée et fragile.

Mais le gisement le plus remarquable du Limousin est la Vauzelle en Compreignac; l'apatite, d'un vert-asperge ou d'un vert grisâtre, y forme des cristaux nets (pm , avec ou sans b^1) atteignant plus de 5 cm. de diamètre sur plus du double de hauteur. La pegmatite de ce gisement est aussi remarquable par les énormes cristaux de quartz enfumé qu'elle renferme; à signaler encore, dans la même commune, les carrières de Chatenet et de Venachat.

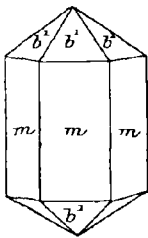


Fig. 1.
Apatite. Forme
commun.

Puy-de-Dôme. Parmi les pegmatites de cette région, riches en cristaux d'apatite, il y a lieu de citer celles d'Authezat-la-Sauvetat, de la Grande-Côte près de Chadrat (Gonnard, *B.S.M.* V. 270. 1882), de Roure près Pontgibaud (avec tourmaline). Des fragments de quartz de pegmatite, renfermant de jolis cristaux rubéfiés d'apatite ($m b^1$) (fig. 1), se trouvent à l'état d'enclaves dans les scories basaltiques, notamment au Chuquet-Genestoux, sur le bord de la route du Puy-de-Dôme (Gonnard, *C. R.* CXXVI. 1532. 1898).

Rhône. L'apatite est très abondante dans les pegmatites du Lyonnais, où elle a été jadis confondue avec le béryl. M. Gonnard l'a

notamment citée (*B. S. M.* IV. 138. 1881 et V. 327. 1882) à Lyon, à Beaunan, à Irigny, à Chaponost, etc. en cristaux de quelques millimètres, souvent associés à la tourmaline.

Le même minéral est particulièrement abondant dans la vaugnérite de Vaugneray.

Saône-et-Loire. M. Michel-Lévy a signalé (*B. S. M.* V. 132. 1882), au-dessus du hameau de Lativelet, sur la route de Mesvre à Autun, un accident minéralogique de la pegmatite ; il s'agit d'une roche essentiellement composée de biotite, avec une grande quantité d'apatite verdâtre et de zircon microscopique, déterminant dans le mica des auréoles pléochroïques intenses. L'apatite se rencontre aussi dans les pegmatites des Riaux en Saint-Symphorien-de-Marmagne.

Côte-d'Ivoire. — Prismes verdâtres dans le granite à muscovite de nombreux points de cette colonie, dont le sol n'est constitué que par des roches granitiques et gneissiques.

Madagascar. — De gros cristaux (pm) d'apatite verdâtre de plusieurs centimètres se trouvent dans le quartz et les feldspaths des pegmatites de la région du mont Bity (notamment à Maharitra dans la vallée de la Sahatany), avec tourmaline lithique (voir au supplément à l'article *tourmaline*), grossulaire, etc. ; par leur forme et leur aspect général, ils rappellent ceux du Limousin.

β . Comme minéral drusique.

Normandie. — *Orne.* J'ai observé de fort jolis cristaux d'apatite dans les géodes des pegmatites de Pont-Percé, près Alençon. Ils sont d'ordinaire plus ou moins aplatis suivant la base et atteignent 1 cm. de plus grande dimension ; ils sont d'un bleu foncé, ou violacés, comme certains cristaux de Schlaggenwald, et présentent souvent ces deux couleurs réunies. Ils sont implantés sur des cristaux d'orthose ou de quartz enfumé ; parfois ils les moulent. Les formes sont les suivantes : p (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), b^1 (10 $\bar{1}$ 1), b^2 (10 $\bar{1}$ 2), a^2 (11 $\bar{2}$ 2) avec souvent de petites facettes a^1 (11 $\bar{2}$ 1) et $b^{1/2}$ (20 $\bar{2}$ 1) ; le type le plus fréquent se rapporte à celui de la figure 2.

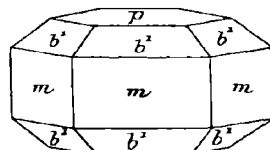


Fig. 2.
Apatite. Forme commune.

Bretagne. — *Morbihan.* Les pegmatites des environs de Pontivy renferment des cristaux d'apatite, dont les formes dominantes sont m et p , avec petites facettes h^1 ($11\bar{2}0$), b^2 ($10\bar{1}2$) et a^1 ($11\bar{2}1$). La coloration est assez irrégulière, le centre des cristaux étant quelquefois bleu et la périphérie incolore. Ils rappellent beaucoup ceux d'Alençon.

M. Gaubert a signalé (*B.S.M.* XXV. 359. 1902) de jolis cristaux d'apatite d'un bleu de lin, tapissant les fentes de l'aplite de Priziac; ils ont 1 cm. de largeur sur 0 cm. 5 de diamètre. Leurs formes sont les mêmes que dans le gisement précédent, mais l'allongement est plus marqué.

De jolis cristaux blancs (pm) accompagnent le quartz dans les druses de l'aplite de Kerboulard en Saint-Nolff.

Loire-Inférieure. L'apatite en fort beaux cristaux est l'un des minéraux les plus fréquents des druses des applites et des granites à muscovite de Nantes et de ses environs immédiats. Nous avons jadis donné, M. Baret et moi (*B. S. M.* XII. 529. 1889), la description d'un grand nombre d'échantillons, provenant pour la plupart des carrières de Barbin à Nantes, et, depuis lors, j'en ai observé de nouveaux, grâce à l'obligeance de mon ami.

Ces cristaux, qui peuvent atteindre 1 cm. 8 de plus grande dimension, mais qui n'ont souvent que quelques millimètres, sont très variés de couleur : incolores, jaunâtres, vert gris, bleus de lin, violets, améthyste. Les formes suivantes ont été observées p , m , h^1 , a^1 , $a^{1/2}$ ($22\bar{4}1$), b^1 ($10\bar{1}1$), $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$) et très rarement $^{1/2}a_2$ [π ($21\bar{3}1$)] et peut-être $^{1/2}\delta$ [π ($31\bar{4}2$)] fournissant un grand nombre de combinaisons, qui peuvent être rapportées aux trois types suivants.

1° Cristaux ne présentant souvent que p et m , très allongés suivant l'axe c , très cannelés dans la zone verticale et parfois groupés à axes parallèles. Ce type est surtout réalisé par des cristaux incolores, jaunâtres, verdâtres, implantés sur l'aplite, avec quartz, albite, bertrandite, pyrite cubique. D'autres fois, ils sont d'un bleu de lin et seulement associés à du quartz un peu enfumé. Il faut citer aussi des cristaux raccourcis suivant c , d'une belle couleur violette, implantés sur du quartz.

2° Cristaux allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical, caractérisés par l'association à p et m de b^1 ou de b^2 et souvent de ces deux pyramides réunies et associées à $b^{1/2}$. La combinaison $pm b^1$ est réalisée dans des cristaux jaunes et opaques et dans d'autres verts, bleus ou violets et transparents. Enfin, toutes les formes énumérées

plus haut sont parfois réunies dans de beaux cristaux de ce type d'un magnifique violet ou d'un bleu de lin très éclatant. Les différentes faces des pyramides sont souvent très inégalement développées, et l'aspect des cristaux est modifié suivant que p est plus ou moins large (fig. 3 et 4).

C'est à cette apatite violette qu'est associé l'or natif dans l'échan-

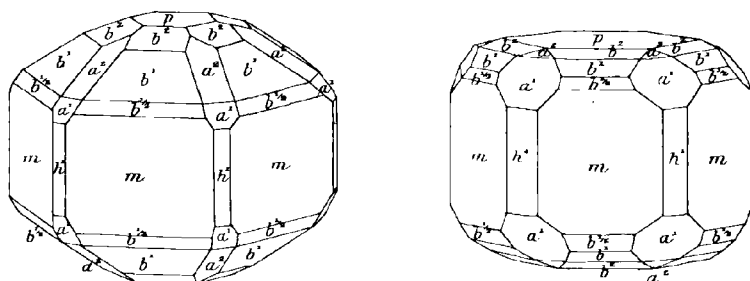


Fig. 3 et 4.
Apatite de Barbin.

tillon provenant de la route de Rennes, que j'ai décrit page 420 du tome II.

3° La combinaison pb^2 (fig. 5), avec parfois traces de m , forme de petits cristaux lenticulaires bleuâtres ou jaunâtres, qui sont peu fréquents.

Une macle cruciforme suivant a^1 a été trouvée sur un seul échantillon; des groupements avec pénétration incomplète sont surtout fréquents dans les cristaux raccourcis et dans ceux dont les faces b^1 sont très développées.

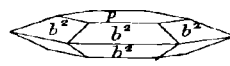


Fig. 5.
Apatite de Barbin.

L'apatite est en général de formation postérieure au quartz et à la pyrite; il en existe parfois de deux générations; il n'est pas rare de trouver de petits cristaux d'apatite embrochés sur un cristal de quartz ou reposant sur de la pyrite; par contre, la bertrandite est d'ordinaire postérieure à l'apatite.

Des cristaux de forme analogue à ceux de Barbin, mais moins beaux, accompagnent la bertrandite à Petit-Port (carrière de Bethléem); ils sont verdâtres ou blancs. A la carrière du champ de manœuvres de Nantes, les cristaux du type I sont quelquefois englobés dans des cristaux de quartz incolore.

M. Baret a signalé encore (*op. cit.* 86. 1898) de jolis cristaux violets, verdâtres ou blancs d'apatite à la Mercerie, près le Pont de la Verrière, en la Chapelle-sur-Erdre (avec bertrandite); à Clis, près Guérande (pm); à Batz (cristaux de 1 cm.) aplatis suivant p , blancs ou verts, renfermant des inclusions de tourmaline aciculaire. Ils se trouvent tous dans des géodes de pegmatite avec cristaux de quartz, de feldspaths, etc.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsandaux a rencontré d'assez gros cristaux d'apatite fluorifère violette au milieu de pseudomorphoses d'orthose en un mélange de muscovite, de quartz et d'albite dans le filon de pegmatite à lépidolite et rubellite du Clap près de Castelnaud-de-Brassac (*B. S. M.* XXIV. 430. 1904).

Loire. J'ai montré (T. II, p. 18) que les cristaux décrits par de Bournon comme émeraude de Montbrison sont constitués par de petits cristaux verts (pmh^4), souvent fistuleux d'apatite; ils sont implantés sur le microcline, qui tapisse les fentes des pegmatites des bords du Vizézy.

b) *Dans les roches basiques.*

L'apatite est généralement très abondante comme élément magmatique ancien dans les roches grenues basiques, mais elle ne s'y trouve jamais en beaux cristaux, aussi ne mérite-t-elle guère de mention spéciale. Il arrive cependant dans les gabbros et les diabases qu'elle devient macroscopique; tel est le cas du gabbro du Pallet (*Loire-Inférieure*), dont les variétés à grands éléments montrent parfois des prismes hexagonaux (pm) d'apatite de plusieurs millimètres, englobés dans le diallage. Une roche se fait remarquer par sa richesse en apatite.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'apatite est, avec le sphène, l'un des éléments importants de la roche d'Avézac-Prat, que j'ai appelée *avézacite* (*C. R. Congrès géol. intern.*, 1900. 826) et qui offre une grande analogie de composition avec les nodules à hornblende des tufs basaltiques: cette roche a subi des actions mécaniques puissantes et les grandes plages d'apatite y présentent, comme celles des autres éléments, la structure en mortier.

c) *Dans les roches volcaniques.*

L'apatite d'origine magmatique des roches volcaniques ¹ et particulièrement celle des andésites et des trachytes est microscopique ; sauf exception, ses cristaux ne dépassent guère quelques dixièmes de millimètre ; ils présentent toujours un très grand allongement suivant l'axe vertical ; des inclusions filiformes, probablement constituées par de la magnétite, régulièrement distribuées et orientées suivant l'axe vertical, sont extrêmement fréquentes. Elles donnent au minéral, lorsqu'on l'examine au microscope, une teinte bleuâtre ; le fait est fréquent dans les roches du *Mont-Dore*, du *Cantal*, etc. Lorsque la roche est oxydée, les inclusions se transforment en hématite ; l'apatite présente alors un pseudopolychroïsme ; telle est l'explication du cas signalé par M. Termier (*B. S. M.* XXIII. 48. 1900) dans l'andésite ancienne de Guillestre (*Hautes-Alpes*).

La néphéline doléritique du Puy de Barneire (Saint-Sandoux) (*Puy-de-Dôme*) est remarquablement riche en longues aiguilles d'apatite, visibles à l'œil nu.

d) *Dans les enclaves homœogènes des roches volcaniques.*z) *Trachytes.*

Dans ces enclaves, les cristaux d'apatite sont drusiques et dus à des actions pneumatolitiques.

Plateau Central. — *Cantal.* Les cavités des sanidinites renferment fréquemment des cristaux drusiques d'apatite ; ils n'ont guère que 2 mm. de plus grande dimension ; ils sont incolores et parfaitement limpides. Les formes sont *p*, *m*, avec ou sans *b*¹. Le gisement de Menet est à signaler particulièrement à cet égard, l'apatite y est accompagnée de cristaux, également filiformes, de sphène et de zircon.

Puy-de-Dôme. J'ai rencontré d'innombrables petites aiguilles d'apatite rouge, atteignant 2 mm. dans les cavités d'enclaves homœogènes

1. Dans le premier appendice à son *System of Mineralogy* (1899, p. 5), M. Edw. S. Dana a indiqué, d'après M. Washington, une macle suivant a^1 ($11\bar{2}1$) dans l'apatite de l'andésite du Mont Stavro (*Algérie*) ; cette citation est déformée par une erreur d'impression, le mémoire en question (*J. of. Geol.* III. 25. 1895) est, en effet, consacré à l'île d'Égine.

gabbroïques, en parties fondues, du trachyte du Puy du Barbier, près du Mont-Dore; elles sont associées à des cristaux d'hypersthène.

β) Basaltes.

L'apatite est très fréquente dans les nodules à hornblende et augite ou dans les fragments de cristaux de hornblende, d'augite, de titanomagnétite, qui sont si abondants au milieu des produits de projection basaltiques; à l'inverse de ce qui a lieu dans le cas précédent, elle est d'origine magmatique. Elle s'y présente en cristaux allongés suivant l'axe vertical, réduits aux formes m avec p ou b^1 ; ils peuvent atteindre 1 cm. 5 de longueur; ils sont transparents ou translucides, parfois rouges, grâce à des infiltrations ferrugineuses. Voici quelques gisements typiques, dont la liste pourrait être augmentée.

Corbières. — *Hérault*. Agde et près de Montpellier (Redannelle).

Plateau Central. — *Ardèche*. Rochesauve et les tufs des Coirons en général.

Haute-Loire. Le Croustet, la Denise près le Puy, Tareyre, le Coupet, Sainte-Anne, Bilhac, Sainzelle, Saint-Jean-de-Nay, etc.

Cantal. Thiézac, Suc de Védrine, etc.

Puy-de-Dôme. Les pépérites de la Limagne en général. Au Chuquet-Genestoux, près du Puy-de-Dôme, de jolis cristaux ($p b^1$) se trouvent englobés dans l'augite. On a vu page 384 que ces scories basaltiques renferment de petites enclaves de quartz, riches aussi en cristaux d'apatite; c'est là un exemple typique de la variété d'origine, que l'on observe si souvent pour un même minéral trouvé parmi les matériaux des projections volcaniques.

A citer encore : la Banne d'Ordanche, au Mont-Dore; le Tartaret, les grottes de Rajat près Murols, etc. et enfin tous les conglomérats descendant du Mont-Dore vers l'Est jusqu'à l'Allier (Perrier, etc.).

2° Dans les sédiments métamorphisés par les roches éruptives.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Le calcaire marmoréen de Saint-Béat, métamorphisé par une ophite, présente des taches vertes bordées de violet (fluorine violette), qui renferment de la fuchsite, de la tourmaline chromifère et quelquefois de l'apatite en abondance. Le même minéral se trouve aussi dans le calcaire en cristaux indépendants, prismes hexagonaux à angles arrondis d'un vert foncé, atteignant 4 mm.; ils sont fréquemment accompagnés de pyrite.

3^e Dans les filons stannifères.

L'apatite est très fréquente dans les filons stannifères. Dans les gisements français, qui vont être étudiés, ce minéral ne se présente pas avec la forme qu'il possède dans les filons stannifères de la Saxe et de la Bohême, c'est-à-dire en cristaux aplatis suivant la base, mais en prismes allongés suivant l'axe vertical.

Bretagne. — *Morbihan.* L'apatite est l'un des minéraux caractéristiques des filons stannifères de la Villeder. Elle y est extrêmement abondante dans le quartz, en cristaux pouvant atteindre 5 centimètres suivant l'axe vertical; ils sont seuls ou associés à la cassitérite et à la muscovite. Ils se trouvent le plus souvent dans les collections sous le nom de leryl; ce dernier minéral, qui accompagne d'ailleurs parfois l'apatite, s'en distingue aisément parce qu'il est toujours incolore, alors que l'apatite est généralement bleue et souvent tachetée de blanc ou de jaune.

Les cristaux engagés dans le quartz ne présentent que les formes *m* et *p*; ils sont fréquemment creux; la cavité centrale est bordée de facettes prismatiques blanches ou incolores, appartenant généralement à un grand nombre de cristaux orientés sur un hôte unique. Parfois cette cavité centrale est remplie par du quartz.

M. Tronquoy m'a signalé qu'on peut voir encore aujourd'hui en place quelques cristaux de ce minéral dans le quartz du grand filon à découvert dans la tranchée du puits n° 1, mais l'apatite n'est vraiment abondante que plus profondément et au voisinage des épontes du filon. C'est de là que proviennent sans doute des échantillons envoyés de la mine au Muséum en 1846 et dont quelques-uns sont formés presque uniquement par des cristaux d'apatite et un peu de muscovite.

De beaux cristaux ont été trouvés libres dans des géodes de muscovite, d'où il est facile d'isoler des individus à double terminaison; ce sont eux dont je vais m'occuper.

Ces cristaux, qui peuvent atteindre 3 cm. dans la direction de l'axe *c*, sont à rapporter à deux types; les plus fréquents, souvent enchevêtrés en plus ou moins grand nombre, implantés sur la muscovite géodique, avec cassitérite en bons cristaux, sont très allongés, cannelés et souvent réduits à *p*, *m*, *h*¹; les pyramides, quand elles

existent, ne constituent que de très étroites facettes. Ils sont d'un bleu clair, généralement opaques ou simplement translucides, parfois fistuleux et creux ; les clivages basiques sont faciles. Ces cristaux sont quelquefois recouverts d'une croûte de cacoxénite.

Un second type est constitué par des cristaux d'un bleu plus ou moins foncé, généralement transparents, que je ne connais qu'à l'état isolé. Ils sont souvent recouverts d'une croûte blanche, englobant de

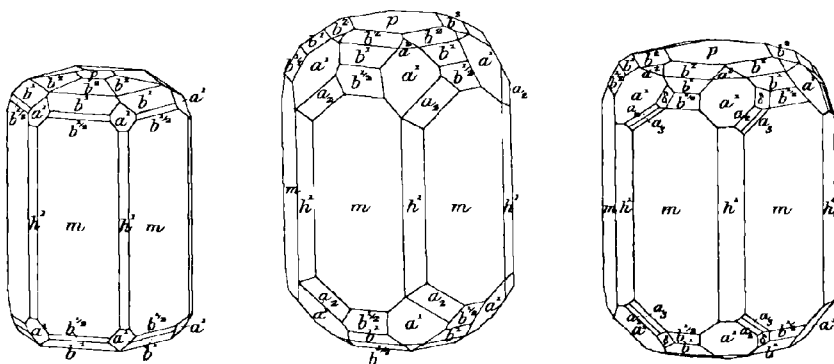


Fig. 6 à 8.
Apatite bleue de la Villeder.

petits cristaux de pyrite, croûte facile à détacher. Par leur couleur et l'arrondissement fréquent des faces de leur sommet, ils se distinguent aisément des cristaux de beryl riches en faces du même gisement.

Ils sont toujours riches en formes communes : p , m , h^1 , b^2 , b^1 , $b^{1/2}$ (subordonné), a^2 , a^1 , avec presque toujours l'hémi-pyramide $1/2 a_2$ [$\pi (21\bar{3}1)$], souvent $1/2 a_3$ [$\pi (31\bar{4}1)$] et quelquefois $1/2 \delta$ [$\pi (31\bar{4}2)$]; les figures 6 à 8 représentent ces cristaux avec la régularité théorique de leurs formes, mais en réalité celles-ci offrent de très grandes irrégularités dans leur développement. La figure 9 est la projection sur la base de toutes les formes que j'ai observées dans ce gisement.

J'ai étudié un curieux cristal, malheureusement incomplet, qui offre un remarquable hémimorphisme par rapport à l'axe vertical ; il mesure 5 mm. Sa couleur est le bleu foncé ; le prisme m domine, avec h^1 subordonné ; l'un de ses sommets, qui est complet, est constitué par $a^1 (11\bar{2}1)$, avec une petite face $p (0001)$, l'autre extrémité, qui est brisée, ne présente que deux faces $b^{1/2} (20\bar{2}1)$, (fig. 10).

Notons en terminant qu'il résulte de l'étude pétrographique du granite à muscovite au voisinage des filons, à laquelle se livre

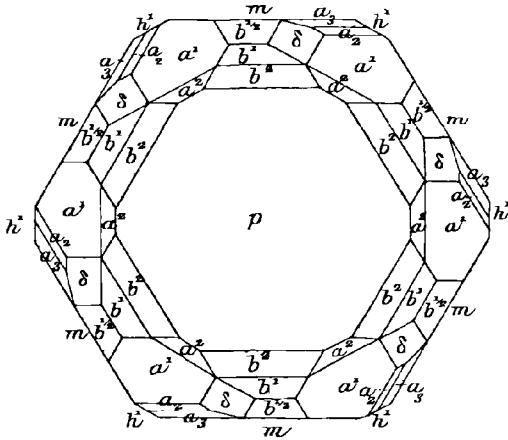


Fig. 9.
Apatite de la Villeder. Projection
sur p (0001).

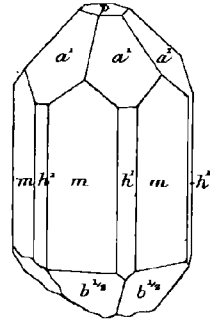


Fig. 10.
Apatite de la Villeder à
facies hémimorphe.

M. Tronquoy, que ces roches sont imprégnées d'apatite microscopique, produite par voie d'émanation.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Des cristaux d'apatite ($p\ m$) accompagnent la cassitérite de Vaulry.

Creuse. L'apatite manganésifère d'un bleu foncé est très abondante dans les filons stannifères de Montebras (analyse *c*). Elle se présente en cristaux simples de forme : $p\ m$ dans le quartz (1 cm.) et aussi en cristaux plus petits, mais plus compliqués, dans une gangue formée par de la muscovite jaune, compacte ou écailleuse, d'où il est facile de les extraire. Cette gangue est souvent creusée de cavités que tapissent des croûtes fibrolamellaires de muscovite recouvrant les cristaux d'apatite. Ceux-ci n'ont que les faces m brillantes ; elles sont accompagnées de a^1 (dominant), p , avec quelquefois de petites facettes $1/2 a_2$, $b^{1/2}$, h^1 , b^1 ; toutes sont corrodées et plus ou moins ternes. Suivant les cristaux d'un même échantillon, il y a allongement suivant l'axe vertical, ou faible développement des faces prismatiques. En moyenne, ces cristaux se rapportent au type de la figure 10, mais sans hémimorphisme et sont comparables à ceux de la fig. 2 de la vanadinite.

J'ai observé aussi de petites lames hexagonales d'apatite de 1 mm.

de diamètre, aplaties suivant la base, et souvent réduites à un moule creux à parois minces ; elles recouvrent des cristaux de quartz d'un blanc laiteux et paraissent d'origine secondaire.

4° Dans les schistes cristallins.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai observé de jolis cristaux d'apatite verdâtre dans des rognons de sillimanite des environs de Pontgibaud (petite carrière à droite de la route allant à Clermont).

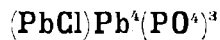
Cantal. Vallée de l'Allagnon, dans le gneiss amphibolique.

Maures. — *Var.* L'apatite est abondante et quelquefois macroscopique dans la roche à fayalite, magnétite, et grünérite de Collobrières.

Nouvelle-Calédonie. — J'ai observé des cristaux d'apatite jaune dans un chloritoschiste de Galarino et de la route de Parari (région du Nord), essentiellement constitué par du clinocllore ; ils présentent les faces *p* et *m*. A l'inverse de ceux qui entrent dans la constitution des roches étudiées plus haut, ils sont très aplaties suivant la base ; très fragiles, ils atteignent 1 cm. de plus grande dimension ; ils sont associés à de gros octaèdres de magnétite.

Madagascar. — De petits cristaux à angles arrondis, parfois bleuâtres ou verdâtres, se trouvent dans les cipolins de toute l'île.

PYROMORPHITE



Hexagonale : parahémiédrique.

$$b : h = 1000 : 736,20. \quad D = 866,025 \quad d = 500.$$

$$[a : c = 1 : 0,7362 \text{ (Haidinger)}]$$

Formes observées. *p* (0001) ; b^1 (10 $\bar{1}$ 1), $b^{14/15}$ (15.0. $\bar{1}$ 5.14), $b^{1/2}$ (20 $\bar{2}$ 1), $b^{1/9}$ (90 $\bar{9}$ 1), $b^{1/8}$ (80 $\bar{8}$ 1) ; a^1 (11 $\bar{2}$ 1).

J'ai mesuré les angles ci-contre sur des cristaux de la Nouvelle-Calédonie.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	120°		$pb^{1/8}$	98°21'	
mh^1	130°		$mb^{1/8}$	171°39'	
$^*pa^1$	124°11'	124°15'	$pb^{1/9}$	97°28'	97°51'
$a^1 a^1$ s.p.	68°22'		$mb^{1/9}$	172°32'	
pk^1	90°		ma^1	135°46'	
pb^1	139°38'		mb^1 s. a^1	108°54'	
mb^1	130°22'		$a^1 a^1$ adj.	131° 8'	
$pb^{14/15}$	137°41'	137°32'	$b^1 b^1$ adj.	142°12'	
$mb^{14/15}$	132°19'		$b^{14/15} b^{14/15}$	140°39'	
$pb^{1/2}$	120°28'		$b^{1/2} b^{1/2}$	128°56'	
$mb^{1/2}$	149°32'		$b^{1/8} b^{1/8}$	120°42'	
$b^{1/2} b^{1/2}$ s.p.	60°56'	61°	$b^{1/9} b^{1/9}$	120°32'	

Facies des cristaux. Les cristaux de pyromorphite sont généralement allongés suivant l'axe vertical, plus rarement les faces prismatiques sont réduites ou absentes. Les faces m sont striées horizontalement, les faces p sont souvent rugueuses ou concaves. Les cristaux ont une tendance à se grouper en grand nombre à axes parallèles pour former de gros individus, souvent continus en apparence sur de grandes surfaces.

La pyromorphite se présente aussi sous formes d'aiguilles très allongées, sans terminaisons géométriquement distinctes ; elles se réunissent en grand nombre pour former des surfaces dont l'aspect est celui de la mousse.

On trouve fréquemment encore la pyromorphite en cristaux groupés en forme de barillets (surtout dans les variétés arsénifères), en masses globulaires, concrétionnées, réniformes et stalactiformes. Plus rarement, elle constitue des masses compactes ou finement grenues.

Clivages. Traces de clivages suivant b^1 ($10\bar{1}1$) et suivant m ($10\bar{1}0$).

Dureté. 3,5 à 4. Fragile.

Densité. 7,5 à 7,1. Cette densité s'abaisse encore jusqu'à 5,9 dans les variétés calciques (*polysphérite*) et même à 5,042 dans la *nuissierite*.

Coloration et éclat. La couleur est des plus variées. Le minéral est rarement incolore ou blanc ; le plus généralement, il est vert, jaune ou jaunâtre de diverses nuances, parfois jaune orangé. Poussière blanche ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* (n_p), dans les types dépourvus d'arsenic : devient biaxe quand l'arsenic apparaît.

M. Bowmann a mesuré les indices suivants (raie D) dans la pyromorphite de Braubach.

$$\begin{aligned} n_g &= 2,0614 \\ n_p &= 2,0494 \\ n_g - n_p &= 0,0120 \end{aligned}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est parfois nul ; quand il existe, il est faible, avec $n_g > n_p$:

$$\begin{aligned} n_g &= \text{incolore à vert.} \\ n_p &= \text{jaune à jaune verdâtre.} \end{aligned}$$

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. — La pyromorphite se groupe à axes parallèles avec la mimétite, formant souvent des assemblages réguliers, dans lesquels elle est entourée par ce minéral, dont elle se distingue par son uniaxie (fig. 1, page 406).

Composition chimique. — La formule $(\text{Pb Cl}) \text{Pb}^4(\text{PO}^3)^3$ ou $3\text{Pb}^3 \text{P}^2\text{O}^3$, PbCl^2 correspond à la composition *a*. Le phosphore peut être partiellement remplacé par de l'arsenic, conduisant ainsi à la *campylite*, dans laquelle l'arsenic l'emporte sur le phosphore (voir page 407).

Quelques pyromorphites renferment une petite quantité de vanadium ; une proportion plus ou moins grande de plomb peut être remplacée par du calcium (*polysphérite*) : dans la *nuissierite*, la teneur en calcium est plus grande encore et en même temps, la proportion de l'arsenic est notable. Enfin, il existe souvent une petite quantité de fer, à laquelle est généralement due la coloration du minéral.

Analyses de la pyromorphite : *b*) de Poullaouen par Kersten (*Schweiger J. II. 17. 1834*).

c) de Huelgoat par Rivot (*Docimasia. IV. 737. 1866*).

d) de la pyromorphite verte de Chenelette par Berthier (*A. M. VII. 152. 1822*).

e) de la *nuissierite* de la Nuissière par Barruel (*A. C. P. LXII. 217. 1836*), déduction faite de 7, 2 % de quartz.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
P^2O^5 ...	15,7	15,71	18,10	16,93	21,1
As^2O^5 ...	»	»	»	»	4,7
PbO ...	82,2	82,30	77,87	79,44	56,4
CaO ...	»	»	1,25	»	13,2
FeO ...	»	»	0,15	1,82	2,5
Cl ...	2,6	1,99	2,43	1,81	2,1
	<u>100,5</u>	<u>100,00</u>	<u>101,00¹</u>	<u>100,00</u>	<u>100,0</u>

1. Y compris $\text{CaF}^2 = 1,20$.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 378.

Altérations. On connaît des pseudomorphoses de pyromorphite en calcite, en calamine, en limonite, mais surtout en cérusite et en galène. Les pseudomorphoses de ce genre ont été trouvées en abondance à Huelgoat et à Pontgibaud; elles seront étudiées plus loin, de même que celles en plumbogummite.

Inversement, la pyromorphite constitue des pseudomorphoses de galène et de cérusite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyromorphite est, avec la cérusite, le minéral secondaire le plus fréquent des gîtes plombifères. Elle se rencontre notamment en grande quantité au chapeau de fer des filons plombifères et surtout de ceux à gangue quartzreuse; quelques-uns d'entre eux en ont fourni une énorme quantité. Tous les gisements de galène, dont il a été question dans le tome II, en renferment plus ou moins à leurs affleurements, aussi ne citerai-je que ceux dont j'ai étudié les échantillons et qui se recommandent par quelque particularité spéciale.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Jolis cristaux verts au Hinglé.



Fig. 1.
Pyromorphite de Huelgoat.
(Photographie grandeur naturelle.)

Finistère. Les anciennes mines de Huelgoat et de Poullaouen ont été d'une richesse extraordinaire en pyromorphite brune. La collection

du Muséum en possède un grand nombre d'échantillons, dont beaucoup proviennent de la collection de Gillet de Laumont qui, en 1786, a signalé pour la première fois ce minéral en Bretagne et a démontré quelle était sa nature (*J. P.* XXVIII. 379. 1786).

Ce minéral se présente sous des formes variées. On a rencontré des groupes de gros prismes hexagonaux (fig. 1) pmh^4 , avec très rare-

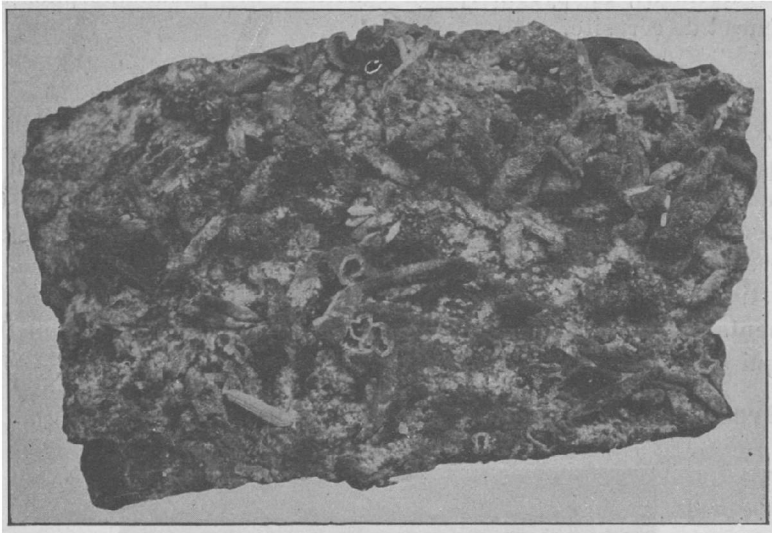


Fig. 2.
Périmorphoses de cérusite en pyromorphite. Huelgoat.
(Photographie grandeur naturelle).

ment de petites facettes h^4 (généralement incomplètes), d'un brun un peu violacé, quelquefois enfumés et translucides, souvent zonés de couleurs différentes ; ils atteignent jusqu'à 8 cm. de longueur. Parfois, ces cristaux se groupent à axes plus ou moins parallèles, s'enchevêtrent ou forment des masses bacillaires ; les formes nettes, qui çà et là apparaissent dans les intervalles miarolitiques, sont souvent couvertes par une chemise de quartz. Ces périmorphoses sont rarement complètes : dans d'autres cas, les cristaux sont recouverts d'une croûte superficielle de pyromorphite concrétionnée, qui en arrondit les angles. Un autre type est constitué par des cristaux aciculaires bruns, de quelques millimètres de longueur, couvrant de larges surfaces d'un quartz blanc, finement grenu, qui, au voisinage des cavités recouvertes de pyromorphite, est souvent mélangé de galène et de blende.

La pyromorphite forme aussi des mamelons, des concrétions botroydes, dont la couleur varie du jaune clair au brun foncé; elle recouvre une roche analogue à la précédente ou une brèche formée de fragments de quartz ou de galène. Tandis que les variétés précédentes ne sont généralement accompagnées d'aucun autre minéral plombifère, cette pyromorphite mamelonnée est souvent contemporaine de cristaux de cérusite; elle les englobe ou les supporte. Parfois aussi elle constitue des périmorphoses de ce minéral, qui sont réduites à des tubes creux (fig. 2), lorsque la cérusite a disparu; ces périmorphoses sont çà et là recouvertes par une nouvelle génération de cérusite; quand ce minéral est ainsi associé à la pyromorphite, il est constitué par des macles polysynthétiques du type II, très allongées suivant *c*.

Lorsqu'on casse les croûtes épaisses de cette pyromorphite concrétionnée, on y trouve des vides, que remplit une variété coralloïde de pyromorphite, de couleur jaune brunâtre clair; celle-ci constitue aussi de volumineux groupes de petits cristaux ou des stalactites souvent très élégantes; ce sont ces variétés qui présentent les transformations progressives en *plumbogummite*, décrites au paragraphe consacré à cette espèce, et dont l'existence est annoncée par un changement de couleur (coloration jaune pâle); c'est sur cette variété que j'ai observé des enduits de *rosiérésite*.

Une dernière variété forme des concrétions d'un jaune ambré à fibres serrées, quelquefois translucides, présentant souvent la forme de champignons; elles sont de formation postérieure à toutes les autres et sont fréquemment implantées sur les pseudomorphoses de pyromorphite en sulfures.

Ces pseudomorphoses ont été abondantes, aussi bien à Huelgoat qu'à Poullaouen; elles ont été pour la première fois décrites par Haüy (*op.cit.* III. 497. 1801 et III. 395. 1822) et tout ce qui a été publié depuis lors sur elles par divers auteurs n'est guère que la répétition de cette première description. Les cristaux sont de grande taille (fig. 8, p. 481, t. II), ou constitués par de longues baguettes hexagonales. Dans les échantillons que j'ai étudiés, les gros cristaux sont souvent entièrement transformés en galène grenue, parfois miarolitique et riche en cavités. Les cristaux grêles sont le plus souvent constitués par un mélange de galène et de marcasite très altérable; ce sont surtout sur eux que sont implantés les champignons de pyromorphite néogène; je n'ai constaté aucune relation géométrique entre la galène et le minéral

qu'elle épigénise. Un fort bel échantillon de la collection du Muséum, dans lequel la pseudomorphose est incomplète, montre que celle-ci s'y est propagée à partir de la gangue, comme dans les pseudomorphoses de chessylite en malachite de Chessy.

Morbihan. Les recherches de galène de Saint-Maudez, près Baud, et de Kerbourlec en Plumelin ont fourni des cristaux de pyromorphite verte ou brune en prismes hexagonaux fort nets; le même minéral a été trouvé sous la même forme dans la minière de Trédion, où il a été pris pour de la scorodite.

Poitou. — *Charente.* Cristaux jaunes à la mine d'Alloüe.

Pyrénées. — *Ariège.* La pyromorphite était peu abondante en cristaux verdâtres à la mine de Laquorre, près Aulus.

Cévennes. — *Gard.* Jolis prismes hexagonaux d'un vert vif à Génolhac.

Plateau Central. — *Tarn.* La mine des Rosières, près Carmaux, a fourni de petits cristaux jaunes de pyromorphite, associés à de la malachite; dans le même gisement a été rencontré un phosphate d'alumine et de plomb décrit plus loin sous le nom de *rosiérésite*.

Haute-Loire. La mine de la Rodde, à Ally, pendant sa courte existence, a fourni de magnifiques prismes hexagonaux basés, blancs ou jaunâtres de pyromorphite; c'est ce minéral que M. Gonnard a désigné (*B. S. M.* XXVIII. 24. 1903) sous le nom de mimétite.

La pyromorphite a été trouvée en petits cristaux d'un jaune verdâtre dans beaucoup de filons quartzeux et barytiques des environs de Brioude: Aurouze près Paulhaguet, Champagnac-le-Vieux, etc.

Puy-de-Dôme. Les mines de la région de Pontgibaud ont fourni de fort beaux échantillons de pyromorphite. A Rosiers, ce sont des cristaux hexagonaux vert d'herbe, quelquefois aciculaires et terminés par des pyramides aiguës; ils sont implantés sur le quartz ou sur le granite et se trouvent sur des échantillons distincts de ceux contenant la campylite

A Roure, la pyromorphite est brune ou d'un jaune paille, en longues aiguilles hexagonales, implantées sur le quartz et la galène octaédrique. Ce gisement a fourni les pseudomorphoses de cérusite en pyromorphite d'un blanc jaunâtre décrites page 713 du tome III.

Enfin, j'ai observé à la mine de Pranal des cristaux allongés, jaunes, de pyromorphite implantés sur un mélange très altérable de marcasite et de pyrite et aussi des masses mamelonnées grises recouvrant du quartz.

Haute-Vienne. Je dois à M. Besnard du Temple la communication d'échantillons de pyromorphite verte et brune provenant de Saint-Paul d'Eyjeaux : ce minéral est implanté sur de la barytine avec de la cérusite.

Rhône. La pyromorphite est extrêmement

abondante au chapeau de fer des filons de galène des environs de Beaujeu que j'ai particulièrement étudiés autrefois : Montchonay en les Ardillats, Monsols, Chenelle (la Douze, la Nuissière), Propières, Longefay près Claveysolles ; ces gisements ont fourni des échantillons de galène couverts de jolis prismes hexagonaux vert d'herbe ou vert pistache, mais plus souvent la pyromorphite s'y trouve en cristaux jaune d'or : pm ; pmh^2b^2 (fig. 5) ; $pm b^2$ (cette combinaison est soit allongée, soit (fig. 3) raccourcie suivant l'axe vertical) ou en masses concrétionnées jaune brunâtre ou verdâtre pesant jusqu'à plusieurs kilogrammes et associées à de la cérusite et de la wulfénite. Les cristaux en barillets, un peu arsenicaux, sont aussi fréquents : j'ai également observé de longues aiguilles sans terminaisons déterminables.

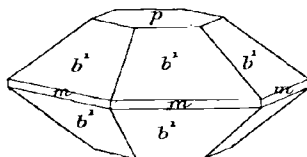


Fig. 3.
Pyromorphite.

C'est à la Nuissière qu'a été trouvée la variété calcifère et arsenicale, dont l'analyse a été donnée plus haut et que Danhauser a appelée *nuissierite* (in Barruel, *op. cit.*). La nuissierite ne diffère par aucun caractère des types calciques non mamelonnées de pyromorphite. On trouve dans le même gisement de la plumbogummite.

A citer encore le gisement de Chasselay.

Nièvre. Beaux échantillons de pyromorphite dans le filon de la Foraterie, à Arleuf.

Saône-et-Loire. Les filons des Moléras en Saint-Prix-sous-Beuvray, de Saint-Didier près Arroux, ont fourni de la pyromorphite, jaune ou verdâtre, dont les cristaux sont souvent implantés dans les cavités cubiques laissées dans le quartz par la disparition de galène. Cette pyromorphite est recouverte de petits cristaux de wulfénite.

M. Danne a montré (*C. R. CXL. 241. 1903*) que la pyromorphite

de Grury, aux environs d'Issy-l'Évêque, est parfois radifère. On a pu penser tout d'abord que cette propriété était due à une composition chimique particulière de cette pyromorphite, mais une étude plus approfondie a permis de montrer que la radioactivité n'est pas spéciale à ce minéral et n'est pas constante ; les boues résultant du lavage des matériaux extraits de la mine sont radioactives, alors que le quartz ne l'est pas. Cette propriété résulte de l'imbibition du filon par des

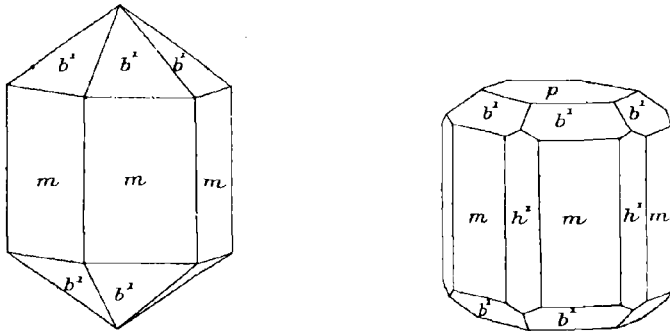


Fig. 4 et 5.

Pyromorphite. Formes communes.

sources radioactives ; il n'est pas inutile de faire remarquer à cet égard que les gisements d'autunite sont fréquents dans les granites de l'Aunois. Ce filon a fait l'objet d'une exploitation éphémère ; une tonne de minerai a permis d'obtenir jusqu'à 1 cg. de bromure de radium. Les cristaux verts ou jaunes atteignent 2 mm. et ne présentent que les formes p et m (Gaubert, *B. S. M.* XXIX. 56. 1906).

Je dois à M. Lafay la communication de jolis cristaux de pyromorphite jaune ($m b^1$), qu'il a recueillis dans les fentes des arkoses triasiques de Chasselas, près Mâcon, renfermant parfois des mouches de galène.

Vosges. — *Vosges.* Les filons de la Croix-aux-Mines ont fourni autrefois de magnifiques cristaux de pyromorphite, qui ont joué un rôle dans l'histoire de cette espèce ; ils ont été cités par Romé-de-l'Isle (*Cristall.* III. 392. 1793), ainsi que ceux de Sainte-Marie-aux-Mines. Ce sont eux qui ont servi à Haüy (*op. cit.* III. 490) pour déterminer la forme primitive de la pyromorphite.

J'en ai étudié plusieurs échantillons provenant de la collection de ces deux savants, ainsi que de celle du docteur Carrière, qui a éga-

lement examiné ce minéral (*Ann. Soc. émul. Vosges.* VII. 1851). Les cristaux, dont il s'agit, sont très variés de couleur, blancs, bruns, jaunes ou verts ; j'ai vu des cristaux d'un beau jaune d'or, dont les sommets ont une couleur superficielle verte. Ils sont parfois remarquables par la netteté de leurs formes et offrent diverses combinaisons : pm ; pmh^A ; $pmh^A b^A$ (fig. 3) ; $m b^A$ (fig. 4) ; $mh^A b^A$. Cette dernière combinaison est quelquefois compliquée par l'existence de pyramides très aiguës, conduisant à des cristaux aciculaires qu'il est impossible de déterminer avec précision, parce qu'ils sont toujours groupés à axes parallèles.

La pyromorphite blanche ou brune repose parfois sur un lit de limonite manganésifère recouvrant le quartz. On rencontre aussi des variétés concrétionnées.

Notons en terminant, que de Dietrich a émis une opinion qui paraît contestable, à savoir que la pyromorphite se formait de son temps dans les galeries de la mine.

[*Alsace*]. La pyromorphite a été jadis rencontrée à Sainte-Marie-aux-Mines. Blum a signalé dans ce gisement des pseudomorphoses de galène et de cérusite en pyromorphite et sidérite (*Pseudom.* I. 182. 1843).

Des cristaux jaunes de pyromorphite ont été trouvés aussi dans le filon quartzeux de Steinbach près Thann.

Belfort. D'assez jolis échantillons de pyromorphite verte se rencontrent encore sur les haldes des mines de Giromagny.

Haute-Saône. Cristaux jaunes à Saint-Bresson, près Luxeuil.

Alpes. — *Isère*. Les filons de galène de l'Oisans (Maronne, Brandes, etc.) ont fourni des cristaux de pyromorphite verte ; le même minéral a été rencontré aussi sur la galène à la mine des Chalanches et dans le filon aurifère de la Gardette : dans ce dernier gisement, elle est parfois associée à l'or natif.

A la Poype, près Vienne, la pyromorphite formait des masses concrétionnées brunes.

Algérie. — La pyromorphite a été signalée d'une façon plus ou moins vague dans quelques mines de plomb d'Algérie (voir à *mimé-tite*) : je n'en ai personnellement étudié qu'un seul échantillon provenant du gisement suivant.

Constantine. Il s'agit d'un échantillon de pyromorphite brune

d'Aïn-Barbar, constituant des masses fibro-bacillaires, recouvertes d'un enduit rouge de cuprite.

Congo. — Les mines de chalcosite de Mindouli ont fourni de magnifiques échantillons de pyromorphite, jaune d'or, que j'ai récemment décrits (*B. S. M.* XXXII, 256, 1908) ; des prismes hexagonaux réguliers, à faces planes ou groupés en barillets, en mamelons, reposent sur des cristaux de diopside, de malachite, de chersylite ou

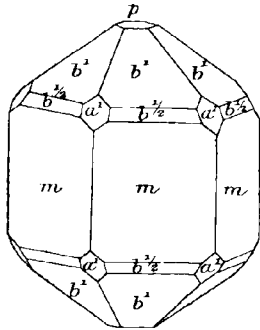


Fig. 6.
Pyromorphite de Mindouli,

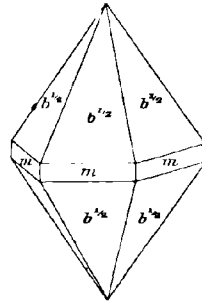


Fig. 7.
Pyromorphite de Tchicoumba.

encore sur du chrysocole. Des cristaux plus nets ($p m b^1$, avec quelquefois (fig. 6) $b^{1/2}$ et a^1), sont implantés seuls sur un grès ferrugineux. Enfin, tout récemment, M. de Romeu a recueilli dans le même gisement de petits cristaux de pyromorphite, formant des croûtes, qui entourent un gros cristal de cérusite corrodé, reposant lui-même sur la diopside. Beaucoup plus rarement, la pyromorphite est recouverte de petits mamelons cristallins de libéthénite.

Je dois également à M. de Romeu de jolis cristaux de pyromorphite jaune d'or, essentiellement constitués par la pyramide aiguë $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$) et un prisme très peu développé (fig. 7) ; ils sont associés aux gros cristaux de wulfénite orangée de Tchicoumba dans les fentes d'une roche très ferrugineuse, constituée par un mélange de willémitte et de quartz.

Tonkin. — M. Dupouy m'a remis des cristaux de pyromorphite, en prismes hexagonaux nets ou en barillets, blancs ou jaunes très pâles, provenant des affleurements de filons quartzeux contenant

de la galène et de la panabase à Lang-Chea près An-Chau (*Province de Quang Yen*) : ces cristaux tapissent des cavités de la limonite.

Le même minéral, un peu arsenical, se trouve aussi implanté sur la malachite et la chessylite de Bien-Dong et de Giao-Hiem (*province de Bac Giang*).

Nouvelle-Calédonie. — La mine Meretrice m'a fourni (*C. R. CXVIII. 551. 1894 et B. S. M. XVII. 49 et 120. 1894*) de magni-

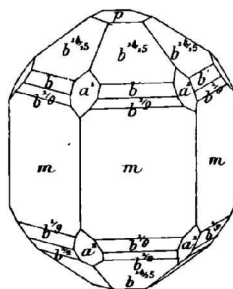
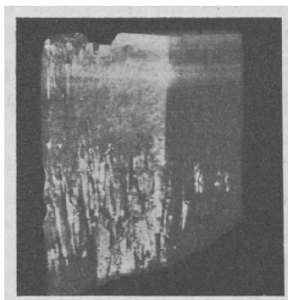


Fig. 8 et 9.

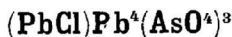
Pyromorphite de la mine Meretrice

fiques échantillons de pyromorphite, en cristaux souvent polysynthétiques. Ils sont d'un jaune foncé, mais présentent parfois des zones parallèles à la base (fig. 8), alternativement translucides et jaune foncé et fibreuses à éclat soyeux et de couleur plus pâle (jaune paille) ; ces cristaux sont quelquefois creux.

J'ai observé les formes p , m , h^1 , $b^{14/15}$ ($15.0.1\bar{5}.14$), $b^{1/2}$ et $b^{1/9}$ (9091). Dans les gros cristaux (atteignant 2 cm.), $b^{14/15}$ et $b^{1/2}$ ne forment que de très étroites facettes en bordure de la base, mais parfois, dans les petits cristaux, $b^{14/15}$ est assez développé pour pouvoir faire disparaître la base ; la pyramide a^1 ($11\bar{2}1$) se trouve aussi sur de petits cristaux (fig. 9).

Madagascar. — J'ai étudié un échantillon de quartz carié provenant des bords de la Zoza, dans la baie d'Amplasindava, qui renferme des géodes de pyromorphite verte (pm).

MIMÉTITE



Hexagonale, parahémiédrique.

$$b : h = 1000 : 722,4 \quad D = 866,025 \quad d = 500$$

$$[a : c = 1 : 0,7224. (\text{Haidinger})]$$

Formes observées. p (0001); m (10 $\bar{1}$ 0), h^1 (11 $\bar{2}$ 0); b^1 (10 $\bar{1}$ 1); a^1 (11 $\bar{2}$ 1).

Angles calculés.	Angles calculés.	Angles calculés.
$\left[\begin{array}{ll} *pb^1 & 140^{\circ}10' \\ b^1 m & 129^{\circ}50' \\ pm & 90^{\circ} \\ a^1 a^1 \text{ adj.} & 131^{\circ}27' \end{array} \right.$	$\left[\begin{array}{ll} ma^1 & 133^{\circ}25' \\ mb^1 \text{ s. } a^1 & 108^{\circ}40' \\ b^1 b^1 \text{ adj.} & 142^{\circ}38'30'' \end{array} \right.$	$\left[\begin{array}{ll} pa^1 & 124^{\circ}44' \\ a^1 a^1 \text{ s. } p & 69^{\circ}22' \\ ph^1 & 90^{\circ} \end{array} \right.$

Facies des cristaux. Les cristaux de mimétite se présentent avec le même aspect que ceux de pyromorphite; le minéral a une grande tendance à cristalliser sous forme de barillets (fig. 2), qui sont presque constants dans les variétés contenant de l'anhydride phosphorique (*campylite*)¹.

La structure polysynthétique de ces groupements apparaît nettement, quand on les examine en lames minces, grâce aux différences de coloration que présentent souvent les individus constituants.

Clivages. Clivages imparfaits suivant b^1 (10 $\bar{1}$ 1).

Dureté. 3, 5. Fragile.

Densité. 7 à 7,25, s'abaissant dans les variétés calciques (6,65, Villevieille).

Coloration et éclat. Incolore ou blanche; jaune de diverses nuances, allant jusqu'au jaune orangé, et au brun vert. Poussière blanche, jaune ou verdâtre. Transparente ou translucide.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. La mimétite n'est que pseudohexagonale; une section parallèle à la base se divise en six secteurs biaxes, dans lesquels le plan des axes optiques est parallèle à la trace de m (fig. 1). L'écartement des axes peut atteindre $2E = 64^{\circ}$ autour de la bissectrice aiguë négative (n_p), parallèle à l'axe vertical (Bertrand. *B. S. M.* IV. 36. 1881 et Jannettaz et Michel, *id.* 196).

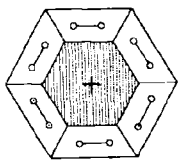


Fig. 1.

Section basique d'un groupement à axes parallèles de mimétite biaxe et de pyromorphite uniaxe.

Les indices suivants ont été mesurés par M. Bowman sur les cristaux du Cornwall (Raie D).

$$\begin{aligned} n_g &= 2,1443 \\ n_p &= 2,1283 \\ n_g - n_p &= 0,0160 \end{aligned}$$

1. Voir plus loin la *prizite* de Saint-Prix-sous-Beuvray, que je considère comme distincte de la mimétite.

Groupements avec divers autres minéraux. La figure 1 représente la section basique d'un groupement régulier de pyromorphite et de mimétite dont il a été question page 396.

Pléochroïsme. Comme la pyromorphite.

Composition chimique. La formule $(\text{PbCl})\text{Pb}^4(\text{AsO}^4)^3$ ou $3\text{PbAs}^2\text{O}^8, \text{PbCl}^2$, correspond à la composition théorique *a*. Une partie de l'arsenic peut être remplacée par du phosphore (*campylite*), une partie du plomb par du calcium ; ces deux variations peuvent être concomitantes comme dans le minéral de Villevieille, dont l'analyse est donnée en *b*, d'après M. Damour (*B. S. M.* VI. 84. 1883).

Analyses de la campylite de Rosiers près Pontgibaud *c*) par E. Bertrand et *d*) par Klaproth [*in* Gonnard (*op. cit.*)].

	<i>a</i> 1	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
As ² O ⁵	23,2	19,65	11,51	7,00
P ² O ⁵	»	3,44	8,31	13,00
PbO.....	74,9	71,32	77,86	75,61
CaO.....	»	3,46	»	6,65
Cl.....	2,4	2,57	1,72	1,69
H ² O.....	»	»	»	0,50
Perte.....	»	»	»	1,75
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,44	<hr/> 99,40	<hr/> 99,55

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 378.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mimétite se rencontre dans les mêmes gisements que la pyromorphite ; elle est moins répandue. Ces deux minéraux ont été souvent confondus par les anciens auteurs, aussi, ne citerai-je que des gisements, dont j'ai pu étudier des échantillons.

Pyrénees. — *Pyrénees-Orientales.* Je dois à M. Carrière des échantillons de quartz, renfermant de très petites aiguilles d'un jaune pâle, parfois groupées en buisson : ils proviennent d'une recherche faite à Can Pey, près Arles-sur-Tech.

Cévennes. — *Gard.* Le même minéralogiste m'a remis des cristaux (*pm*), limpides, presque incolores, de mimétite, saupoudrant

1. PbO As²O⁵ 90.7 ; PbCl², 9.3 = 100.0

une brèche quartzeuse du gîte de galène de Carnoulès en Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille.

Plateau-Central. — *Puy-de-Dôme*. La campylite est abondante dans certains filons de la région de Pontgibaud et notamment au-

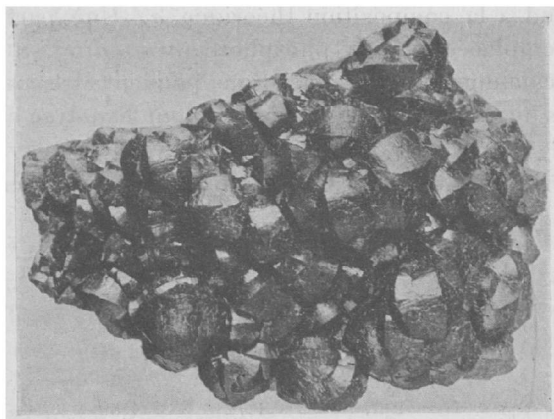


Fig. 2.
Barillets de campylite.
(Photographie grandeur naturelle.)

dessus de Rosiers, à mi-côte de la montagne de Vaudière. Ce gisement a un intérêt historique, car c'est là que, pour la première fois, a été observé dans la nature l'arséniophosphate de plomb, dont la constitution a été mise en évidence par Fourcroy (*Hist. Acad. Sc.* 1789. 343 et par Sage, *id.* 543). La campylite y forme, soit des cristaux bruns ou vert foncé (pm), raccourcis suivant l'axe vertical et plus ou moins courbes, comme ceux de la figure 2 représentant une campylite du Cumberland, soit des masses concrétionnées botroydes à structure fibreuse, d'un jaune verdâtre, vertes ou orangées. La gangue de ces minéraux devait être originellement très pyriteuse, car elle est toujours imprégnée de limonite secondaire.

A Villevielle, il existe une variété calcique du même minéral (analyse b), formant des mamelons parfois tout à fait sphériques, d'un gris noir, à cassure conchoïde. Ils recouvrent les fentes du quartz et ont parfois jusqu'à 4 mm. de diamètre.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines ont fourni des cristaux jaune d'or de mimétite irisée, présentant parfois, en outre de p et de m , les formes h^1 ($11\bar{2}0$), b^1 ($10\bar{1}1$), a^1 ($11\bar{2}1$).

Alpes. — *Isère*. Héricart de Thury a signalé (*J. M.* XXII. 307. 1807) la mimétite à l'Herpie sur la montagne de Huez, dans un filon quartzeux contenant de la galène, de la panabase argentifère, de la malachite et de la chessylite.

Maures. — *Var.* La mine de la Garonne a fourni de la mimétite presque incolore, ou d'un blancjaune très pâle, plus rarement d'un vert brunâtre, qui forme des enduits d'aiguilles fusiformes, ou des cristaux distincts (*pm*), qui, en général, ne sont pas associés aux autres arséniate.

Algérie. — La mimétite est très abondante dans certains des gîtes calaminaires du Nord africain.

Constantine. Des cristaux et des masses compactes de mimétite verte ou jaune (associés à la pyromorphite, à la vanadinite et à la wulfénite), abondent à Sidi Rouman, au Sud-Est de la mechta Klelil; on trouve aussi le même minéral au Djebel Grouz.

M. Michel m'a communiqué de très belles masses concrétionnées de campylite jaune d'or, dans les cavités desquelles se trouvent des prismes hexagonaux; elles proviennent du Djebel Felten.

Le gîte d'Aïn-Safra a fourni jadis un minerai, décrit par Flajolot (*A. M.* XX. 29. 1871); il est mélangé à la smithsonite. Sa composition est la suivante: $3\text{PbO As}_2\text{O}_5$; 71, 90; PbCl_2 8,55; ZnCO_3 13,50; MnCO_3 1,10; CaCO_3 1,70; Mg CO_3 0, 7; Fe_2O_3 + quartz 2,20 = 99,65. Il est donc surtout constitué par de la mimétite, ce que confirme l'examen microscopique des échantillons concrétionnés de la collection du Muséum. Ils sont d'un blanc grisâtre, avec des veines et des taches blanches. Dans le gisement voisin d'Aïn Achour, la mimétite est, avec cérusite, le minerai dominant (*Dussert. A. M.* XVII. 24. 1910); elle a été aussi trouvée à Hamman N' Baïl.

J'ai observé des cristaux bipyramidés (*p m b^1 a^1*), de mimétite jaune paille, implantés sur les cristaux de willémite et de calamine du gîte calaminaire de Bou-Thaleb (Djebel Soubella) au Sud-Ouest de Sétif. La mimétite y forme aussi, dans les cassures d'un calcaire compact, des masses concrétionnées, des groupes cristallitiques jaunes ou orangés, avec des cristaux aplatis suivant la base, et des agrégats de fines aiguilles groupées en gerbes: d'après M. Dussert, cette mimétite est un peu vanadifère.

Tunisie. — M. de Brun m'a communiqué des masses jaunes, concrétionnées, de mimétite associée à de la calcite et à de la barytine et provenant du Djebel Allab, ainsi que des masses concrétionnées, mélangées de calcite, provenant du Djebel Hallouf.

VANADINITE
(Pb Cl) Pb⁴(VO⁴)₃

Hexagonale, parahémiédrique.

$$b : h = 1000 : 712,18 \quad D = 866,025 \quad d = 500.$$

$$[a : c = 1 ; 0,71218 \text{ (Vrba)}].$$

Formes observées. p (0001); m (10 $\bar{1}$ 0), h^1 (11 $\bar{2}$ 0); b^2 (10 $\bar{1}$ 2), b^1 (10 $\bar{1}$ 1), $b^{1/2}$ (20 $\bar{2}$ 1); a^1 (11 $\bar{2}$ 1); $1/2 a_2$ [π (21 $\bar{3}$ 1)].

J'ai mesuré les angles donnés ci-dessus sur des cristaux de Saïda.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
pa^1	125°3'	125°48'	pa_2	114°41'	114°35'
$a^1 a^1$ s. p.	70°6'		$b^{1/2} a^1$	154°42'	
ph^1	90°		$b^{1/2} b^{1/2}$ s. a^1	129°44'	
pb^2	157°38'	157°30'	ma_2 adj.	149°10'	
pb^1	140°33'		ma^1	135° 9'	135°45'
$b^1 b^1$ s. p.	101° 6'		mb^1 s. a^1	108°31'30"	
$pb^{1/2}$	121°17'	121°	$a_2 b^1$	139°21'30"	
$b^{1/2} m$	148°43'		$a^1 b^1$	153°22'30"	153°30'
pm	90°		$b^1 b^1$ adj.	142°57'	
$a^1 a^1$ adj.	131°40'		$b^1 a^2$	161°28'30"	

Facies des cristaux. Les cristaux sont à rapporter aux mêmes types que ceux de pyromorphite et de mimétite, mais les formes hémiédres y sont peut-être plus fréquentes.

Ces cristaux sont souvent creux et possèdent parfois une structure fibreuse. Ils se groupent en grand nombre à axes parallèles, forment des groupements concrétionnés globulaires, des croûtes cristallines.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile. Cassure inégale et imparfaitement conchoïde.

Densité. 6,66 à 7,23.

Coloration et éclat. Jaune paille clair, brun, brun rouge, rouge rubis. Les cristaux offrent souvent des parties différemment colorées. Pous-sière blanche ou jaune. Transparente ou translucide.

Éclat résineux dans la cassure; vitreux, un peu gras sur les faces des cristaux, qui sont souvent très brillantes.

Propriétés optiques. La vanadinite est uniaxe et *négative* (n_p). L'*end-lichite* est plus ou moins biaxe. Les indices suivants, mesurés par M. Bowman, pour la raie D, montrent que la présence de l'arsenic fait baisser la biréfringence.

	Endlichite.	Vanadinite.
$n_g =$	2,341	2,354
$n_p =$	2,292	2,299
$n_g - n_p =$	0,049	0,055

Pléochroïsme. Les variétés colorées sont pléochroïques, avec maximum suivant n_g , dans des teintes variables suivant la couleur du minéral. En voici des exemples :

$n_g =$ rouge brun à rouge orangé.

$n_p =$ jaune citron avec facules rouges.

Composition chimique. La formule $(PbCl)Pb^4(VO^4)^3$ ou $3Pb^3V^2O^8 \cdot PbCl^2$ correspond à la composition suivante ¹. Une partie du vanadium peut être remplacée par de l'arsenic ; l'*endlichite* constitue cette variété arsenicale ; souvent le vanadium et l'arsenic se trouvent en proportion se rapprochant du rapport équimoléculaire ; il existe parfois aussi une petite quantité de phosphore.

V^2O^5	49,4
PbO	78,7
Cl	2,5
	<hr/>
	100,6

Essais pyrognostiques. Voir page 378.

Diagnostic. Il est facile de distinguer rapidement la vanadinite de l'*endlichite* en traitant le minéral sur une lamelle de verre par quelques gouttes d'acide azotique étendu. Par évaporation à sec, le résidu est d'un rouge foncé (V^2O^5) dans le cas de la vanadinite et d'un rouge plus ou moins pâle, quand on opère sur l'*endlichite*. Cette réaction du vanadium permet de distinguer ces deux minéraux des autres termes du groupe ; le diagnostic peut être tiré aussi de la valeur de la biréfringence très grande dans la vanadinite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements et les associations sont de même nature que pour la pyromorphite et la mimétite ; mais ils sont incomparablement moins nombreux.

Algérie. — *Oran.* J'ai décrit récemment (*B. S. M.* XXXI, 44, 1908) une série de minéraux plombifères, découverts par M. Flamand dans une recherche de mine, faite jadis aux environs de Saïda. Les dolomies compactes du bathonien y sont traversées par des veinules de dolomite

1. $PbO V^2O^5 = 90,2$ $PbCl^2 = 9,8$.

spathique, renfermant des mouches de galène en partie transformées en cérusite noire, et au voisinage desquelles la gangue renferme souvent des inclusions d'hématite, qui lui donnent une couleur rouge de sang.

Cette dolomite spathique est creusée de cavités cavernueuses de corrosion, que tapissent des rhomboèdres courbes de dolomite, sur lesquels sont implantés des cristaux de *vanadinite*, d'*endlichite*, de *descloizite*, et plus rarement de *cérusite*. D'ordinaire, ces divers minéraux se trouvent dans des géodes distinctes ; cependant, parfois la vanadinite et la descloizite sont réunies ; le plus souvent ce dernier minéral a le premier cristallisé. Enfin, des concrétions de calcite récente recouvrent parfois toute la surface des géodes. Les minéraux de ce gisement offrent une grande analogie avec ceux de Lake Valley (Nouveau Mexique).

L'*endlichite* se présente en longues baguettes (1 cm.) d'un gris jaune pâle, formées par le groupement à axes parallèles de prismes hexagonaux non modifiés.

La vanadinite constitue exceptionnellement des cristaux transparents d'un beau jaune d'or (3 mm.), passant par places au jaune rougeâtre ou à l'orangé. Ce sont des prismes hexagonaux à éclat très vif, allongés suivant l'axe vertical avec b^1 ($10\bar{1}1$), $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$). Le plus souvent, ils atteignent 4 à 5 mm. ; ils sont alors peu allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical, jaunes ou brunâtres et seulement translucides. Tantôt ils ne présentent que p (0001) et m ($10\bar{1}0$), tantôt au contraire, les faces prismatiques sont très réduites et il existe surtout de larges faces b^2 ($10\bar{1}2$), b^1 , a^1 ($11\bar{2}1$) et $1/2 a_2[\pi$ ($21\bar{3}1$) (type des cristaux d'apatite, représentés par la figure 7, mais avec raccourcissement suivant l'axe vertical) ; les faces des cristaux appartenant à ce dernier type sont très inégalement développées.

Constantine. Une recherche faite sur un gîte plombifère et zincifère, situé au Djebel Grouz, au N. N. E. de Châteaudun-du-Rhumel, a fourni des échantillons criblés de cavités dans lesquelles se voient des pointements indistincts de vanadinite et de descloizite, il existe aussi de la pyromorphite et de la mimétite.

M. Dussert a signalé (*op. cit.*) la vanadite à Sidi Rouman (v. p. 407).

Tunisie. — La mine de Djebba, à 2 km. S.-E. de Souk-el-Khemis, a fourni de beaux échantillons de vanadinite ; ce minéral d'un rouge foncé, forme de petites veines à gangue de calcite dans des calcaires jaunes. J'ai pu en étudier de nombreux échantillons, grâce à l'obligeance de M. Varela. Dans les uns, d'innombrables cristaux (0 mm. 5) à aspect globuleux, grâce à l'égal développement de m

et de a^1 (fig. 1) souvent accompagnés de p , sont régulièrement distribués dans de la calcite spathique, qui s'isole en rhomboédres e^1 dans les cavités. Dans d'autres, la vanadinite forme des masses miarolitiques, constituées par l'enchevêtrement de cristaux souvent un peu allongés suivant l'axe vertical (fig. 3). La figure 2 représente une combinaison

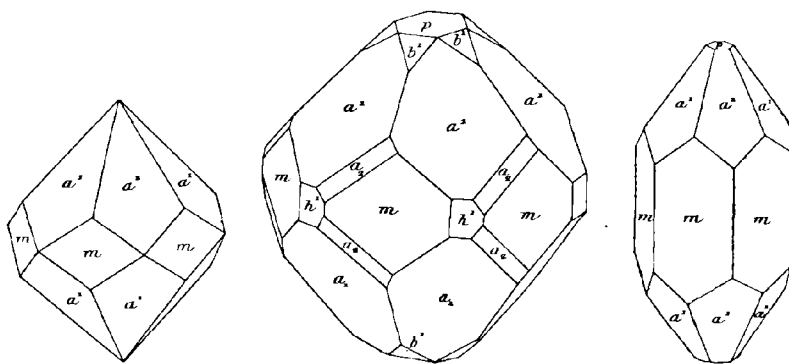


Fig. 1 à 3.
Vanadinite de Djebba.

plus compliquée, dans laquelle apparaît h^1 , $1/2 a_2$ et b^1 . Enfin, on trouve des veinules de vanadinite grenue en apparence homogène, mais renfermant cependant encore une quantité notable de calcite.

Dans quelques échantillons, il existe aussi des cristaux de descloizite.

AMBLYGONITE



Triclinique : $mt = 105^\circ 55'$ (montebrasite¹).

$b : c : h = 1000 : 1000 : 545,18 : 753,92$ $D = 714,20$ $d = 523,75$

Angle plan de $p = 108^\circ 12'$

— $m = 113^\circ 36'$

— $t = 80^\circ 49'$

$[a : b : c = 0,73337 : 1 : 0,76332 \text{ (E. S. Dana)}^1]$
 $yz = 108^\circ 51'$ $xy = 106^\circ 27'$ $zx = 97^\circ 48'$

1. J'ai adopté l'orientation de Dana, qui a pu étudier un cristal net de montebrasite (*hebronite*) d'Hébron ; voici la correspondance avec celle de Des Cloizeaux.

$p(001) = p(Dx)$; $h^1(100) = m(1\bar{1}0)$; $m(1\bar{1}0) = t(110)$.

Macles. Dans l'amblygonite, macles polysynthétiques suivant o^1 (101) et a^1 ($\bar{1}01$), dont les plans font un angle voisin de 90° ($89^\circ 36'$). La macle a^1 prédomine d'ordinaire; ses bandelettes servent à peu près de bissectrice à l'angle ph^1 .

	Angles calculés.	Angles calculés.	Angles calculés.
mt	105°53'	$^*ph^1$	104°30'
h^1t	150°23'	po^1	142°46'
$^*h^1m$	135°30'	pa^1	126°46'
		o^1a^1	89°36'
		$^*pe^{1/2}$	105°20'
		*pm	87°40'
		pt	111°54'
		$^*e^{1/2}m$	113°30'

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), moins facile suivant h^1 (100), souvent net suivant $e^{1/2}$ ($0\bar{2}1$), difficile suivant m ($\bar{1}10$). Cassure inégale à conchoïde.

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 3,01 à 3,1 (Montebras), 3,08 (Chabanne).

Coloration et éclat. Blanche ou verdâtre, grise, jaunâtre, rosée ou d'un violet lilas clair. Poussière blanche. Translucide à opaque.

Éclat nacré très vif sur le clivage p (001), vitreux sur le clivage h^1 (100). Éclat gras dans la cassure.

Propriétés optiques. Le type surtout fluoré (*amblygonite*) et le type hydroxylé et fluoré (*montebrasite*) présentent des différences notables dans certaines de leurs propriétés optiques.

La bissectrice aiguë est toujours *negative* (n_p) mais, tandis qu'elle est presque parallèle à l'arête ph^1 dans la montebrasite, elle fait environ 12° avec celle-ci dans l'amblygonite.

Dans l'amblygonite, le plan des axes optiques se trouve dans l'angle aigu ph^1 et fait 12° avec h^1 , $67^\circ 13'$ avec p ; dans la montebrasite, il se trouve dans l'angle obtus ph^1 et fait 82° avec h^1 , 23° avec p .

Dans l'amblygonite, Sn_p fait des angles d'environ 99° avec h^1 et avec p ; dans la montebrasite, cette surface fait $113^\circ 55'$ avec p et $8^\circ 55'$ avec h^1 .

Dans l'amblygonite, on constate autour de n_p une forte dispersion tournante et une dispersion inclinée notable, avec $\rho > v$; dans la montebrasite, une dispersion horizontale et une faible dispersion inclinée avec $\rho < v$. L'écartement des axes est variable à cause des enchevêtrements dus aux macles. Nous avons mesuré, M. Michel-Lévy et moi (Na) :

	Amblygonite.	Montebrasite.
n_g	= 1,597	1,620
n_m	= 1,593	1,611
n_p	= 1,578	1,600
$n_g - n_p$	= 0,019	0,020
d'où $2V$	= $54^\circ 36'$	$84^\circ 14'$
$2E$	= $86^\circ 26'$ (Dx) obs.	

Comme cela a toujours lieu dans les séries contenant des types fluorés et d'autres hydroxylés, les premiers sont moins réfringents.

Composition chimique. La formule $\text{Li}(\text{AlF})\text{PO}_4$ correspond à la composition théorique (a) de l'*amblygonite*, dans laquelle une quantité variable de lithium peut être remplacée par du sodium et une très petite quantité de fluor par de l'hydroxyle. La *montebrasite* n'est généralement pas sodique ou l'est peu, mais elle renferme une assez grande quantité d'hydroxyle, remplaçant une quantité équivalente de fluor; c'est là le caractère chimique différentiel de ce minéral et de l'*amblygonite*.

Analyses de l'*amblygonite* de Montebbras.

b) variété violacée, par M. Pisani (*C.R.* LXXIII. 1479. 1871).

c) variété à quatre clivages, par M. Pisani (*in Dx. A.M. C. P.* 82. XXIX, 1873).

d) par von Kobell (*Ber. Akad. München.* 284. 1872).

e) par M. Rammelsberg (*Ber. Chem. Gesell. Berlin.* 78. 1872).

f) par Penfield (*Amer. J. of. Sc.* XVIII. 295. 1879).

g) par M. Lasne (*C. R.* CXXXII, 1191, 1901).

de la *montebrasite* de Montebbras.

h) par M. Lasne (*op. cit.*)

i) par M. Pisani (*C. R.* LXXV. 79. 1872).

j) par Penfield (*op. cit.*)

	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	j)
P ² O ⁵	47,9	46,15	46,85	45,91	48,55	47,09	46,85	44,62	47,15	48,34
F	12,9	8,20	10,40	9,00	10,06	9,93	8,51	4,08	3,80	1,75
Al ² O ³	34,4	36,32	37,60	35,50	36,36	33,22	34,01	34,32	36,90	33,55
Li ² O	10,1	8,10	9,60	6,70	7,96	7,92	8,50	7,10	9,84	9,52
Na ² O	»	2,58	0,59	5,30	0,93	3,48	1,00	2,81	»	0,33
K ² O	»	»	»	»	0,40	»	0,18	0,23	»	»
CaO	»	»	»	0,50	»	0,24	0,23	0,29	»	0,35
FeO	»	»	»	»	»	»	0,76	0,46	»	»
MnO	»	0,40	»	»	»	»	0,13	0,28	»	»
H ² O	»	1,10	0,14	0,70	»	2,27	3,00	7,59	4,75	6,61
Insoluble . .	»	»	»	1,60	»	»	0,55	0,22	»	»
	105,3	102,85	105,18	105,21	104,26	104,15	103,72	102,00	102,44	100,45

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donnent peu (*amblygonite*) ou beaucoup (*montebrasite*) d'eau acide, qui corrode le verre. Facilement fusibles au chalumeau, en gonflant et en donnant à la flamme une couleur rouge jaune, avec trace de vert (certaines *amblygonites*), ou une flamme d'un rouge vif (*montebrasite*). L'essai en refroidissant devient blanc et opaque.

Assez difficilement attaquées par l'acide chlorhydrique, après avoir été réduites en poudre fine ; facilement attaquables par l'acide sulfurique.

Altérations. L'amblygonite de Montebbras présente des altérations nombreuses. Elle se colore souvent en bleu au voisinage de nodules de cassitérite, dans lesquels j'ai pu mettre en évidence l'existence d'un sulfure de cuivre ; puis son homogénéité se détruit et elle se transforme peu à peu en *turquoise*, compacte, quand il subsiste un squelette important de minéral inattaqué ou en *turquoise caverneuse*, lorsque celui-ci a complètement disparu.

Les fentes de l'amblygonite se tapissent aussi de mamelons fibreux de *wavellite* ; enfin, beaucoup plus rarement, il se produit de la *morinite*, plus rarement encore de la *soumansite*.

Diagnostic. La montebrasite se distingue de l'amblygonite par sa teneur en hydroxyle plus forte, par l'intensité plus grande de la couleur rouge qu'elle donne généralement à la flamme et par ses propriétés optiques.

Les deux minéraux sont faciles à distinguer des feldspaths par leurs réactions pyrognostiques, notamment par leur grande fusibilité, et aussi par leur densité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'amblygonite et la montebrasite se trouvent dans les pegmatites et dans certains gisements stannifères. Ces minéraux, connus dans un très petit nombre de localités, n'existent en France que dans une seule région. On peut s'attendre à les trouver dans les pegmatites à tourmaline lithique de Madagascar.

Plateau Central. — *Creuse.* L'amblygonite et la montebrasite constituent avec quartz et orthose, les minéraux essentiels de certains des filons stannifères de Montebbras en Soumans ; ils y forment parfois des cristaux xénomorphes atteignant plus de 30 kilogrammes et s'y trouvent en abondance suffisante pour constituer un minerai de lithium.

Ces minéraux ont une histoire assez singulière. Pris pour un feldspath et essayés dans une manufacture de porcelaine de Limoges, ils appelèrent l'attention par leur grande fusibilité. M. Moissenet fit l'analyse d'un échantillon et crut y voir une nouvelle espèce minérale (*A. M.* XX. 22. 1871). Des Cloizcaux en décrivit les propriétés optiques et la désigna sous le nom de *montebrasite* (*C. R.* LXXIII. 306. 1874) en montrant

que celles-ci diffèrent des propriétés d'un minéral d'Hebron (Maine), considéré jusqu'alors comme identique à l'amblygonite de Saxe et qui, seul, avait pu jusqu'alors être étudié à ce point de vue. Mais, peu après, M. Pisani (*C.R.* LXXIII. 1479. 1871), von Kobell (*Sitz. bayer. Akad. Wiss. München.* 1872), puis Rammelsberg (*Ber. Chem. Gesell. Berlin.* 78. 1872), publièrent de nouvelles analyses du minéral de Montebbras et établirent à la fois l'inexactitude de l'analyse de Moissenet et l'identité de cette substance avec l'amblygonite de Saxe. L'examen des propriétés optiques de cette dernière conduisit Des Cloizeaux à confirmer cette identité; le nom de montebbrasite devenait donc inutile.

Il était dès lors indispensable de déterminer la composition chimique de la soi-disant amblygonite d'Hebron, puisque ses propriétés optiques différaient de celles de l'amblygonite typique. Des analyses, faites alors par M. Pisani, démontrèrent que les deux minéraux présentaient aussi des différences chimiques. Le même savant fit voir en outre qu'il existe à Montebbras, à côté de l'amblygonite, une autre substance (analyses *i* et *j*) identique, elle, au minéral d'Hebron. C'est alors que Des Cloizeaux proposa (*A. C. P.* XXVII. 385. 1872) de reprendre le nom de *montebbrasite* pour désigner les minéraux d'Hebron et de Montebbras, ayant les mêmes propriétés physiques et la même composition chimique.

L'amblygonite se présente à Montebbras en larges masses laminaires, souvent d'un blanc mat et opaque, mais parfois translucides et d'un blanc violacé. On a vu plus haut qu'elle se transforme en turquoise, wawellite, morinite, etc. Elle englobe fréquemment de la cassitérite; elle est associée au quartz.

Quant à la montebbrasite, elle est beaucoup moins abondante; ses masses laminaires sont tantôt translucides, d'un blanc verdâtre et tantôt blanches et opaques. Son clivage le plus facile est d'ordinaire très éclatant.

Haute-Vienne. Je dois à M. Bouhard un bel échantillon d'amblygonite d'un blanc verdâtre, nettement translucide, qu'il a recueilli dans les déblais d'une carrière de pegmatite à Chabanne en Saint-Sylvestre, en même temps que de la columbite et de l'apatite.

GROUPE DE LA LIBÉTHÉNITE

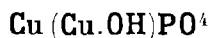
Ce groupe comprend les espèces suivantes, toutes orthorhombiques et isomorphes; elles possèdent la même forme générale que les minéraux du groupe de la wagnérite, mais, tandis que dans ceux-ci l'hydroxyle est souvent remplacé par du fluor, on ne connaît pas de type fluoré dans le groupe de la libéthénite.

<i>Libéthénite</i>	$\text{Cu}(\text{Cu.OH})\text{PO}^4$
<i>Olivénite</i>	$\text{Cu}(\text{Cu.OH})\text{AsO}^4$
<i>Adamite</i>	$\text{Zn}(\text{Zn.OH})\text{AsO}^4$

On peut y rattacher les minéraux suivants, dont l'isomorphisme avec les précédents est moins net.

<i>Descloizite</i>	$(\text{Pb,Zn})(\text{Pb.OH})\text{VO}^4$
* <i>Cuprodescloizite</i>	$(\text{Pb,Cu,Zn})(\text{Pb.OH})\text{VO}^4$
* <i>Volborthite</i>	$(\text{Cu,Ca,Ba})(\text{Cu.OH})\text{VO}^4$

LIBÉTHÉNITE



Orthorhombique : $mm = 92^\circ 20'$.

$$b : h = 1000 : 506,352 \quad D = 721,357 \quad d = 692,563$$

$$[a : b : c = 0,9601 : 1 : 0,7019 \text{ (Rose)}]$$

Formes observées. $m(110)$; $e^4(011)$; $b^{1/2}(111)$.

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
* mm	$92^\circ 20'$	[	$b^{1/2} m$	$135^\circ 23'$	[$b^{1/2} e^4$
* $e^4 e^4$	$109^\circ 52'$		$b^{1/2} b^{1/2}$	$92^\circ 0'$		$b^{1/2} b^{1/2}$ côté
$e^4 m$	$113^\circ 27'$		$b^{1/2} b^{1/2}$ av.	$120^\circ 56'$	$118^\circ 12'$

Facies des cristaux. Les cristaux de libéthénite ont généralement un facies octaédrique par suite de l'égal développement des faces $m(110)$ et $e^4(011)$: on constate parfois un faible allongement suivant l'axe vertical (fig. 2). Le plus souvent, les cristaux sont enchevêtrés en agrégats cristallins tapissant des géodes.

Clivages. Clivages imparfaits suivant $h^4(100)$ et $g^4(010)$. Cassure inégale ou conchoïdale.

Dureté. 4. Fragile.

Densité. 3,6 à 3,8.

Coloration et éclat. Vert olive à vert noir. Poussière vert-olive. Translucide. Transparente en lames minces.

Éclat vitreux passant au résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) normale à g^t (010). Dispersion notable $\rho > v$.

$$n_m = 1,742. 2V = 81^{\circ}8' \text{ Dx. (Na).}$$

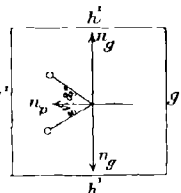


Fig. 1

Pléochroïsme. Faiblement pléochroïque dans les teintes suivantes : les cristaux présentent généralement des facules de couleur différente.

n_g = jaune à jaune vert.

n_m = vert vif à vert jaune.

n_p = vert pâle à jaune.

A l'inverse de ce qui a lieu pour l'olivénite, la couleur la plus verte s'observe suivant n_m .

Composition chimique. La formule $\text{Cu}(\text{Cu.OH})\text{PO}_4$ ou $4\text{CuO P}^2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ correspond à la composition centésimale suivante :

P^2O_5	29,8
CuO	66,4
H_2O	3,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et noircit. Fusible en une scorie noire, cristalline ; colore la flamme en vert émeraude. Avec le carbonate de sodium, sur le charbon, est réduite en un globule de cuivre. Avec les flux, donne les réactions du cuivre. Soluble dans les acides.

Diagnostic. La libéthénite se distingue de l'olivénite par les réactions de l'anhydride phosphorique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse.* J'ai trouvé (*B. S. M.* XVII. 36. 1894) de fort petits cristaux de libéthénite, d'un vert plus clair que d'ordinaire, dans les fentes d'une pegmatite à feldspath rouge, provenant des exploitations de cassitérite de Montebbras en Soumans. Ces cristaux sont généralement groupés en grand nombre pour former des

croûtes cristallines, mais il est possible d'en isoler quelques-uns et de constater qu'ils présentent les faces m (110), e^1 (011), avec parfois $b^{1/2}$ (111). Ils ne dépassent pas 0mm.5 de plus grande dimension, mais les croûtes qu'ils constituent atteignent plusieurs centimètres carrés.

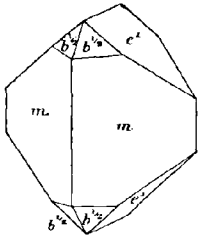
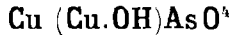


Fig. 2.
Libéthénite.
Forme commune.

Rhône. J'ai rencontré de petits cristaux allongés olivâtres de libéthénite dans les cavités du quartz du filon de galène de Montchonay en les Ardillats.

Congo. — La libéthénite forme des mamelons cristallins, d'un vert olive, recouvrant la pyromorphite, elle-même implantée sur de la chrysocole d'un échantillon que M. de Romeu m'a récemment rapporté des mines de cuivre de Mindouli.

OLIVÉNITE



Orthorhombique : $mm = 92^\circ 32'$ (Dx.)¹

$b : h = 1000 : 484,392$ $D = 722,642$ $d = 691,222$

$[a : b : c = 0,9565 : 1 : 0,67029]$

Formes observées : m (110), h^1 (100) ; a^1 (101) ; e^1 (011) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.		
mm	$92^\circ 32'$	$[$	${}^*b^{1/2} b^{1/2} \text{ av.}$	$120^\circ 30'$	$[$	$ma^1 \text{ adj.}$	$115^\circ 34'$
$m h^1$	$136^\circ 16'$	$[$	$b^{1/2} a^1$	$150^\circ 15'$	$[$	$a^1 e^1 \text{ s. } a^1$	$130^\circ 46'$
mg^1	$133^\circ 44'$	$[$	$h^1 b^{1/2}$	$121^\circ 43'$	$[$	$e^1 m \text{ adj.}$	$113^\circ 39'$
$a^1 h^1$	$126^\circ 42'$	$[$	${}^*b^{1/2} b^{1/2} \text{ côté}$	$117^\circ 30'$			
$a^1 a^1 \text{ s. } h^1$	$73^\circ 24'$	$[$	$b^{1/2} m$	$135^\circ 53'$			
$e^1 e^1 \text{ adj.}$	$109^\circ 2'$	$[$	$b^{1/2} b^{1/2}$	$91^\circ 46'$			

Facies des cristaux. Les cristaux d'olivénite sont à rapporter à trois types distincts.

Type I. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) et allongés suivant l'axe vertical (fig. 2) ; souvent aussi, ils sont aciculaires et constituent alors des aiguilles sans terminaison bien distincte

Type II. Les cristaux ont un facies octaédrique, par suite du déve-

1. M. Washington a donné (*Am. J. of. Sc.* XXXV. 298. 1888, pour des cristaux de l'Utah ; $mm = 91^\circ 34'$; $e^1 e^1 = 112^\circ 9'$, d'où $a : b : c = 0,9396 : 1 : 0,6729$.

loppement plus ou moins égal des faces m (110) et e^1 (011) (voir fig. 2 de la libéthénite).

Type III. Les cristaux sont allongés suivant l'axe a (fig. 3) et parfois aplatis, soit suivant g^1 (010) (fig. 4), soit suivant une face e^1 (011) (fig. 5). Je n'ai étudié ce dernier type que sur des cristaux de la mine de la Garonne.

L'olivénite forme aussi des concrétions fibreuses, globulaires et offrant en même temps des zones concentriques de couleur différente (*wood-copper*, *holzkupfererz*).

Les faces sont souvent ondulées ou ternes et ne se prêtent généralement pas à des mesures précises ; les faces e^1 et g^1 sont fréquemment concaves ; ce sont cependant celles qui m'ont donné les moins mauvaises mesures ; les faces m (110) et surtout h^1 (100) sont très cannelées verticalement et parfois bombées.

Clivages. Clivages difficiles suivant e^1 (011) et m (110). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 3. Fragile.

Densité. 4,1 à 4,4.

Coloration et éclat. Verte de diverses nuances, mais surtout vert-olive, vert noir ou brun, jaune-paille, blanche, grise, brun de fumée. Poussière d'un vert pâle ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux, inclinant au résineux et à l'adamantin ; soyeux dans les variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Bissectrice aiguë positive (n_g), perpendiculaire à h^1 (100). Dispersion forte $\rho < v$. Écartement des axes variable dans un même cristal, par suite d'enchevêtrements.

$$2H = 105^\circ \text{ à } 106^\circ \text{ (Na) (Dx)}.$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme n'est pas intense, mais il est net :

- n_g = verdâtre pâle.
- n_m = jaunâtre à verdâtre.
- n = verdâtre pâle à jaune.

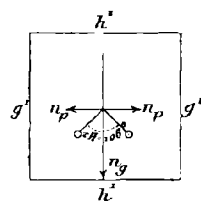


Fig. 1.

Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Composition chimique. La formule $Cu(Cu.OH)AsO^4$ ou $4CuO As^2O^5 + H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante :

As ² O ⁵	40,7
CuO	56,4
H ² O	3,2
	<hr/> 100,0

L'olivénite de la mine de la Garonne renferme toujours un peu de zinc (Voir à *adamite*).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau, devient d'un vert vif, puis d'un gris noir. Au chalumeau, fond en colorant la flamme en vert bleuâtre, puis cristallise par refroidissement. Sur le charbon, donne des vapeurs arsenicales et un globule de cuivre arsénié, facile à purifier par fusion avec le carbonate de sodium. Avec les flux, fournit les réactions du cuivre. Les variétés zincifères donnent sur le charbon l'enduit du zinc.

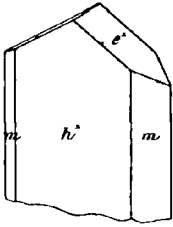


Fig. 2.
Olivénite de la Mine de la Garonne. Type I.

Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque. Attaquable à chaud par la potasse avec résidu d'oxyde de cuivre.

Diagnostic. Voir à libéthénite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var.* L'olivénite a été rencontrée en abondance dans

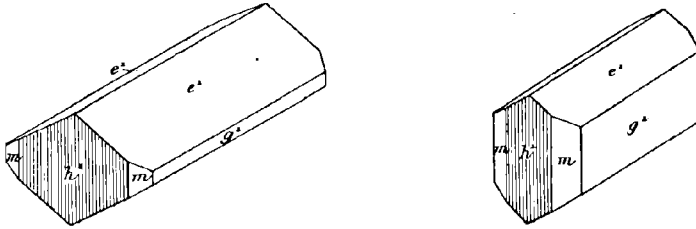


Fig. 3 et 4.
Olivénite. Mine de la Garonne. Type III.

la mine de la Garonne, où elle accompagne l'adamite. Elle s'y trouve sous des formes très variées, tantôt seule, tantôt implantée sur l'adamite ou recouverte par la malachite et la chessylite.

Le facies le plus fréquent est la variété aciculaire du type I. Les aiguilles, allongées suivant l'axe vertical, dépassent parfois 5 mm.; elles sont d'un vert plus ou moins clair, parfois associées à de la tyrolite. J'ai observé aussi des cristaux distincts d'un vert-pistache foncé et parfois presque noir; ils forment de grandes géodes, dans lesquelles il n'existe pas d'autre minéral et appartiennent au type I, avec les

formes h^1 , e^1 , m ; ils sont assez souvent polysynthétiques et constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, empilés suivant h^1 .

De beaux cristaux presque noirs du type III se trouvent clairsemés sur des parois de leur gangue quartzeuse; leurs formes sont les mêmes que dans les cristaux précédents, mais h^1 est parfois un peu réduit: ou bien, ils ont un développement normal (fig. 3), ou bien ils sont aplatis suivant une face g^1 (fig. 4) ou e^1 (fig. 5 et 6); ce sont les seuls qui aient donné des mesures passables. Ils ont de 2 à 3 mm. de plus grande dimension.

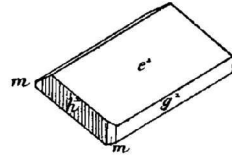


Fig. 5.
Olivénite. Forme théorique
de cristaux de la figure 6.

L'olivénite forme aussi de longues aiguilles d'un vert-olive; elles sont transparentes et généralement associées à des globules brillants de malachite, de pseudomalachite.

Enfin on la trouve en cristaux avellanaires ou en enduits cristallins



Fig. 6.
Olivénite de la Mine de la Garonne sur quartz.
(Grossissement de trois diamètres).

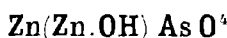
d'un gris vert, à éclat nacré, dans lesquels il est impossible d'observer des formes distinctes; ils recouvrent quelquefois des cristaux nets d'adamite. L'olivénite constitue aussi des aiguilles filiformes grises ou presque incolores.

On verra page 425 l'analyse d'un type intermédiaire entre l'olivénite et l'adamite, mais

plus rapproché de ce dernier minéral que de l'olivénite. Il existe aussi des olivénites zincifères, constituant des mamelons fibreux verts, qui rappellent par leur aspect ceux de la malachite.

Vosges. — [Alsace]. J'ai trouvé de jolis petits cristaux d'olivénite d'un vert d'herbe pâle, remplissant une géode de quartz, provenant de l'ancienne galerie des Morveux au Donon (Champy) près Sainte-Marie-aux-Mines; elle est associée à la chessylite.

ADAMITE

Orthorhombique : $mm = 91^{\circ}15'$

$$b : h = 1000 : 508,730 \quad D = 714,778 \quad d = 699,351$$

$$[a : b : c = 0,9784 : 1 : 0,7117 (\text{Dx}).]$$

Formes observées. m (110) ; g^1 (010) , h^3 (210) ; g^3 (120) ; a^1 (101) ; e^1 (011) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.
*mm	$91^{\circ}15'$	$mb^{1/2}$	$135^{\circ}30'$
h^3m	$162^{\circ}0'30''$	$b^{1/2} b^{1/2}$ av.	$120^{\circ} 9'$
mg^3	$161^{\circ} 7'$	me^1 adj.	$113^{\circ}55'30''$
$g^3g^3s.g^1$	$126^{\circ}30'$	$e^1 a^1$ adj.	$131^{\circ}13'$
$^*a^1 a^1 s.h^1$	$72^{\circ} 4'$	$a^1 m$ adj.	$114^{\circ}52'$
$e^1 e^1$	$109^{\circ} 7'$		

Facies des cristaux. Les cristaux d'adamite sont généralement allongés suivant l'axe b , par suite du grand développement des faces a^1 (101) : c'est le cas de ceux de la Mine de la Garonne ; plus rarement l'allongement a lieu suivant l'axe vertical. Quelquefois (Aïn Achour) il n'existe pas d'allongement. Ce minéral a une très grande tendance à former des agrégats de cristaux enchevêtrés et des croûtes cristallines.

Les faces m (110) sont généralement striées verticalement ; les faces a^1 (101) sont souvent ondulées.

Clivages. Clivages nets suivant a^1 (101).

Dureté. 3, 5. Fragile.

Densité. 4,338 à 4,352 (Mine de la Garonne ; variété rose).

Coloration et éclat. Rarement incolore. L'adamite est souvent jaune de diverses teintes et plus souvent colorée en vert (*cuproadamite*) en rose ou en rose carmin (*cobaltoadamite*). Poussière blanche un peu verdâtre ou rosée. Les cristaux sont souvent polychromes.

Éclat vitreux très vif, adamantin sur les faces de clivages.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à g^1 (010). Dispersion forte, $\rho < v$.

La mesure de l'écartement des axes optiques, faite par M. Rosicky, sur des cristaux de Thasos (Turquie), a fourni les résultats suivants dans la liqueur de Thoulet ($n = 1,7344$).

$$2 \text{Th}_a = 82^{\circ}37'$$

$$2 \text{Th}_o = 96^{\circ}36', \text{ d'où } 2V = 82^{\circ}58' \text{ n}_m = 1,728$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, avec maximum d'absorption suivant n_p ; il est surtout intense dans les variétés roses dont la couleur suivant n_p est le rose carmin

Composition chimique. La formule $\text{Zn}(\text{Zn.OH})\text{AsO}_4$ ou $4\text{ZnO}\text{As}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ correspond à l'analyse *a*.

Dans l'adamite de la mine de la Garonne, une proportion notable et souvent considérable de zinc peut être remplacée par du cuivre (*cuproadamite* ou du cobalt (*cobaltoadamite*), établissant ainsi le passage à l'olivénite ou à un type exclusivement cobaltifère de ce groupe, qui n'a pas été rencontré dans la nature.

Analyses : de la *cobaltoadamite* rose de la mine de la Garonne (*b*), par M. Damour (*C. R. LXVII. 1124. 1868*).

c) par M. Pisani (*C. R. LXX. 1003. 1870*).

d) de la *cuproadamite* du même gisement par M. Pisani.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
As_2O_5	40,2	39,24	38,50	39,85
ZnO	56,7	49,11	52,50	31,85
CoO	»	5,16	3,92	0,52
CuO	»	1,75	»	23,45
CaO	»	»	»	0,87
H_2O	3,1	4,25	3,57	3,68
	100,0	99,51	98,49	100,22

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau, puis devient opaque. Au chalumeau, fond en donnant un enduit d'oxyde de zinc et une odeur arsenicale. Les types cobaltifères et cuprifères donnent avec les flux les réactions du cobalt et du cuivre.

Soluble dans l'acide chlorhydrique étendu.

Diagnostic. Les formes géométriques et les réactions de l'arsenic ne permettent pas de confondre l'adamite avec la calamine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'adamite est un minéral secondaire des gisements cuprifères et zincifères.

Maures. — *Var.* L'adamite a été trouvée en 1868 par M. Damour (*C. R. LXVII. 1124. 1868*) parmi des minéraux provenant de la mine de la Garonne, à 5 km. ouest d'Hyères. Elle a été ensuite étudiée par

Des Cloizeaux (*C.R.* XXXVI. 88. 1878), puis par M. Pisani (*C.R.* LXX. 101. 1870). Elle se rencontre dans les fentes d'un poudingue permien, imprégné de chalcosite. Ce gisement a fourni en outre de nombreux autres minéraux, des carbonates : malachite, chessylite ; des arséniates : olivénite, chalcophyllite, tyrolite, pharmacosidérite, mimé-
tite, liskéardite, zeunérite ; un phosphate, la pseudomalachite ; des sulfates : la brochantite, et la letsomite. L'adamite se trouve surtout seule

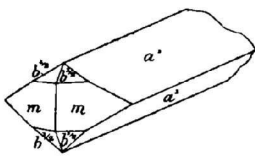


Fig. 1 et 2.
Adamite de la Mine de la Garonne.

ou associée à l'olivénite, à la chessylite et plus rarement à la chalcophyllite, la letsomite et la brochantite.

Elle est toujours cristallisée, mais les cristaux mesurables sont peu communs. Le plus souvent, ils sont groupés à axes parallèles ou enchevêtrés pour constituer des croûtes cristallines très minces ; ils sont alors accolés sur leur gangue par une face de la zone d'allongement et ne forment parfois qu'une sorte de vernis

Elle est toujours cristallisée, mais les



Fig. 3.
Adamite de la mine de la Garonne (Grossissement de quatre diamètres environ).

cristallin à la surface de celle-ci ; enfin, ils sont souvent arrondis ou ont la forme de grains de blé.

Ils présentent les formes a^1 (101) et m (110) dominantes, avec parfois de petites facettes g^3 (120), $b^{1/2}$ (111), e^1 (011). Ils sont fréquem-

ment allongés suivant l'arête $a^1 a^1$ (fig. 1 et 2) (et non suivant l'axe a). J'ai rencontré aussi des cristaux ternes d'un gris rose, formés par une pyramide aiguë, qui leur donne l'aspect des cristaux apotomes de célestite (fig. 3) : ce sont des cristaux de ce genre qui, par leur groupement, conduisent aux formes à aspect de grains de blé, dont il a été question plus haut.

La coloration des cristaux est très variable. Le type le plus commun oscille entre le rose très pâle et le carmin foncé (analyse b et c). Les cristaux les plus nets sont d'un rose pâle, quelquefois teintés de vert sur leurs arêtes, souvent zonés de rose plus ou moins foncé et de vert. La netteté de ces cristaux cobaltifères (*cobaltoadamite*) et leur examen optique ne permettent pas d'admettre l'hypothèse de Damour, d'après laquelle ils devraient leur cobalt à un mélange d'érythrite.

Les types cuprifères sont gris verdâtre ou d'un vert franc. L'analyse d a été faite sur des cristaux appartenant à ce dernier type, qui constitue des croûtes de cristaux lenticulaires à aspect nacré; il forme un terme de passage à l'olivénite, que je désigne sous le nom de *cuproadamite*.

Algérie. — *Constantine*. M. Dussert a signalé (*A.M.* XVII. 40. 1910) l'existence de petits globules vert pâle à structure rayonnée d'adamite dans le gisement calaminaire d'Aïn Achour, dans la région de Guelma; depuis lors, il m'a donné un échantillon d'aspect différent, constitué par l'enchevêtrement de cristaux de 2 mm. offrant la combinaison de a^1 (101) et g^3 (120) également développés, avec parfois de petites facettes m (110) (fig. 4). Ils sont d'un blanc laiteux avec une légère teinte verdâtre.

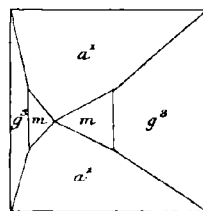
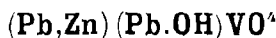


Fig. 4.
Adamite d'Aïn-Achour.

DESCLOIZITE



Orthorhombique : $mm = 115^\circ 30'$.

$b : h = 1000 : 694,173$ (Dx.) $D = 846,335$ $d = 532,651$.

$[a : b : c = 0, 62934 : 1 : 0,82024]$

Formes observées : m (110), g^2 (130); e^2 (012); $b^{1/2}$ (111); $e_2 = (b^1 b^{1/2} g^1)$ (132); $x = (b^{1/2} b^{1/4} g^1)$ (131).

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux de Saïda.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	115°38'		${}^*b^{1/2}b^{1/2}$ av.	126°56'	126°50'
ng^2	150° 5'		$b^{1/2}x$	150°16'	150°40'
mg^1	122°41'		xx	112°32'	
g^1g^2	124°30'	124°12'	$b^{1/2}b^{1/2}$ s. g^1	53° 4'	53°38'
e^2e^2 s. p .	135°24'	135°10'	$b^{1/2}b^{1/2}$ côté	89°34'	89°40'
${}^*b^{1/2}b^{1/2}$ s. m .	114° 0'	114° 8'	$b^{1/2}e_2$	155°15'	
$b^{1/2}m$	147° 0'		xg^2	160°15'	159° 9'
pe_2	125°41'		xx	140°91'	139°31'
e_2g^2	144°19'				

Facies des cristaux. Les cristaux de descloizite sont soit allongés suivant l'axe vertical, soit plus souvent caractérisés par le grand développement de la pyramide $b^{1/2}$ (111). Ce minéral forme fréquemment des croûtes cristallines de petits cristaux enchevêtrés et peu distincts.

Dureté. 3,5.

Densité. 5,839 à 6,203 (cuprodescloizite).

Coloration et éclat. Rouge brun, rouge cochenille, jaune bronzé, noirâtre. Poussière jaune orangé ou gris noir. Transparente à opaque.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. Forte biréfringence. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë négative (n_p), normale à p (001). Dispersion nette avec $\rho < v$.

$$2H = 97^\circ \text{ lumière blanche (Dx).}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense dans les teintes suivantes :

n_g = jaune d'or foncé.

n_m = jaune vert.

n_p = jaune pâle.

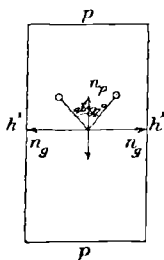


Fig. 1.

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

Composition chimique. La formule $(Pb,Zn)(Pb.OH)VO_4$ ou $4(Pb,Zn)O.V_2O_5 + H^2O$ correspond à la composition suivante, dans le cas fréquent où $Zn : Pb = 1 : 1$.

V_2O_5	22,7
PbO	55,4
ZnO	19,7
H^2O	2,2
	<hr/>
	100,0

Dans la *cuprodescloizite*, qui constitue des croûtes concrétionnées fibreuses, il existe une quantité assez grande de cuivre (jusqu'à 11 %) remplaçant surtout le zinc; une petite quantité du vanadium y est aussi remplacée par de l'acide arsénique. Il existe des variétés manganésifères.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Dans le tube fermé, donne de l'eau. Sur le charbon, fusible avec partielle réduction en un globule de plomb, engagé dans une scorie noire. Avec le sel de phosphore, fournit une perle grisâtre, vert émeraude au feu réducteur et jaune orangé au feu oxydant. Avec le borax, donne un verre vert, qui, par addition de nitre, devient violet au feu oxydant dans les variétés manganésifères.

Soluble dans l'acide azotique étendu; la solution évaporée à sec sur une lame de verre laisse un résidu rouge cramoisi (V_2O_5); le résidu, repris par de l'eau chargée d'acide sulfurique, laisse le plomb à l'état de sulfate; la liqueur, décantée et saturée par du bicarbonate de sodium, laisse déposer des tétraèdres réguliers de bicarbonate double de sodium et de zinc. Ces réactions microchimiques sont tout à fait caractéristiques de la descloizite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Oran.* La descloizite est un minéral rare des affleure-

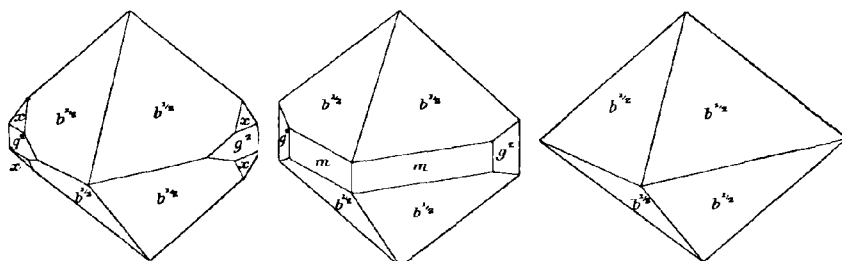


Fig. 2 à 4.
Descloizite de Saïda.

ments du filon plombifère à gangue de dolomite des environs de Saïda, dont il a été question page 411. Dans les échantillons, que je dois à M. Flamand, la descloizite se trouve soit seule, implantée sur des rhomboèdres de dolomite, soit associée à la vanadinite, qui est le plus

souvent le dernier minéral formé, bien que çà et là le cas inverse s'observe.

Cette descloizite forme des cristaux d'un noir un peu grisâtre peu transparents, ne dépassant guère 2 mm. de plus grande dimension. Ils offrent d'une façon constante les formes $b^{1/2}$ (111) prédominantes, avec fréquemment m (110), g^2 (130) et plus rarement e^2 (012) et e_2 (132); ils ont tout à fait l'aspect de certains des cristaux de Lake Valley, décrits par vom Rath. Depuis la première description que j'en ai donnée (*B.S. M. XXXI. 43. 1908*), j'y ai observé en outre la pyramide nouvelle x (131), (fig. 4), faisant partie des zones pg^2 et $b^{1/2}g^4$.

Constantine. La descloizite existe, avec vanadinite, au Djebel Grouz; elle y forme de petites croûtes cristallines jaunâtres, dont je n'ai pu extraire aucun cristal déterminable.

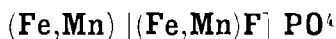
Tunisie. — La descloizite accompagne la vanadinite à Djebba; elle lui est en général postérieure, mais parfois il existe une nouvelle génération de vanadinite implantée sur ses cristaux. Cette descloizite est tantôt d'un brun presque noir et tantôt d'un rouge foncé, rappelant celui de la vanadinite. Je n'ai pu extraire de cristal net; les fragments observés indiquent une forme analogue à celle des cristaux de Saïda.

GROUPE DE LA WAGNÉRITE

Ce groupe comprend plusieurs phosphates et arséniates monocliniques renfermant soit du fluor, soit de l'hydroxyle; ce sont les espèces suivantes, dont une seule se rencontre dans des gisements français.

* <i>Herdérite</i>	{	Ca[Gl.OH] PO ⁴
	{	Ca[Gl(OH.F)] PO ⁴
* <i>Wagnérite</i>	Mg [MgF] PO ⁴	
<i>Triplite</i>	(Fe, Mn) [(Fe, Mn)F] PO ⁴	
* <i>Triploidite</i>	(Mn, Fe) [(Mn, Fe).OH] PO ⁴	
* <i>Tilasite</i>	Ca [MgF] As O ⁴	
* <i>Adélite</i>	Ca [Mg.OH] AsO ⁴	
* <i>Sarkinite</i>	Mn [Mn.OH] AsO ⁴	

TRIPLITE



Monoclinique.

Facies. La triplite ne se rencontre pas en cristaux géométriquement distincts, mais en individus cristallins constituant de grosses masses.

Clivages. Clivages, facile suivant h^1 , difficile suivant $g^1(010)$; un troisième clivage signalé par quelques auteurs ne paraît pas exister. Cassure imparfaitement conchoïdale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 3,77 à 3,80.

Coloration et éclat. Brun girofle, brun rouge ou noir plus ou moins foncé. Poussière gris jaune. Translucide.

Éclat résineux très vif.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au clivage difficile $g^1(010)$. La bissectrice aiguë, *positive* (n_g), fait des angles d'environ $42^\circ 10'$ (rouge), $41^\circ 53'$ jaune (Dx.) avec le clivage facile $h^1(100)$. Dispersion inclinée notable, avec $\rho > v$.

	rouge	jaune	vert
2H à 20°C. =	96°45'	95°27'	95°20'

Pléochroïsme. Pléochroïsme distinct dans les teintes brunes et jaunes en lames un peu épaisses, avec minimum d'absorption suivant n_m .

Composition chimique. La composition chimique est représentée par la formule $(\text{Mn}, \text{Fe})[(\text{Mn}, \text{Fe})\text{F}]\text{PO}_4$ ou $(\text{Mn}, \text{Fe})^3\text{P}^2\text{O}^8, (\text{Mn}, \text{Fe})\text{F}^2$, mais le rapport Fe : Mn varie suivant les gisements de 1 : 1 à 1 : 7 ; il existe des variétés contenant du calcium et du magnésium (*talktriplite*).

Les anciennes analyses de la triplite de Chanteloube n'indiquent pas de fluor. J'ai prié M. Pisani d'en faire une nouvelle analyse (a). Je la fais suivre de celle de Berzélius comme document (*Schweiger J. XXVII. 70. 1819*) (b).

von Kobell a donné un dosage du fluor de la triplite de ce même gisement et a indiqué 7% (*J. f. prakt. Chem. XCII. 193. 1864*).

	a	b
P ² O ⁵	33,00	32,64
FeO	23,90	31,95
MnO	36,42	32,40
CaO+MgO	4,60	4,73
Fl	4,68	»
	<hr/> 100,45	<hr/> 98,69

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond très facilement en un globule noir, magnétique. Avec le borax, donne au feu oxydant la perle améthyste du manganèse et au feu réducteur la perle verte du fer. Traitée par l'acide sulfurique, donne les réactions du fluor.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore, quand le minéral est altéré. Attaquée par l'acide sulfurique avec dégagement d'acide fluorhydrique.

Altérations. La triplite est très fréquemment terne et parcourue par des veinules manganésifères ; elle paraît avoir contribué à donner par sa décomposition la dufrénite, l'anglarite, l'huréaulite.

Diagnostic. La couleur et l'éclat gras, l'absence de formes géométriques, ne permettent pas de confondre la triplite avec les autres phosphates qui l'accompagnent d'ordinaire.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* C'est dans les carrières de pegmatite des environs de Chanteloube en Razès, que ce minéral a été trouvé pour la première fois par Alluaud. Vauquelin l'a décrit sous le nom de *phosphate natif de fer mélangé de manganèse* (*Ann. chim.* LXI. 242. 1802 et *J. M.* XV, 295, 1802) ; Haussmann lui a donné son nom actuel en 1813 (*Handb. Miner.* 1079).

La triplite est le phosphate de fer et de manganèse le plus fréquent comme élément primordial des pegmatites du Limousin ; elle s'y trouve en masses pesant souvent plusieurs kilogrammes, dépourvues de toute forme cristalline ; mais par étude des clivages, il est facile de voir qu'elles constituent un seul individu cristallin. Il est rare de rencontrer de semblables blocs absolument purs, ils sont d'ordinaire plus ou moins altérés et imprégnés d'oxydes de manganèse ; j'ai quelquefois observé, dans leurs fissures, de petites paillettes d'autunite.

Les carrières qui ont fourni le plus de triplite sont celles de la Vilate et de Chatres près Chanteloube, de Chabanne et des Hureaux en Saint-Sylvestre, de Compreignac (Chatenet, Vénachat) ; de Besines (le Mazataud, Avent, le pont de Barost, la carrière inondée à 2 km. environ de la grande route entre le Mazataud et le pont de Barost).

A la Vilate, la triplite est parfois associée à la triphylite et elle peut avoir contribué, elle aussi, à la production des minéraux secondaires : dufrénite, anglarite, qui l'accompagnent.

Saône-et-Loire. La triplite a été trouvée en petite quantité dans l'Autunois à l'origine du ravin dit « Creuse du Porchets » à Charmasse en Mesvre ; elle s'y présente sous forme de masses brunes, à éclat résineux, semblables à celles du Limousin.

GROUPE DE LA LUNNITE

Schrauf a proposé de réserver le nom de *lunnite* pour l'ensemble du groupe et de désigner sous celui de *dihydrite* le type se présentant en cristaux distincts et dont la composition chimique est représentée en partie par la formule $\text{Cu}^3(\text{PO}^4)^2 \cdot 2 \text{Cu}(\text{OH})^2$; ces cristaux ne perdent pas d'eau à 200° C. ; les variétés compactes seraient constituées par des mélanges en proportion variable de *dihydrite*, de *phosphorocalcite* $\text{Cu}^3(\text{PO}^4)^2 \cdot 3 \text{Cu}(\text{OH})^2$ et de *ehlite*, $\text{Cu}^3(\text{PO}^4)^2 \cdot 2 \text{Cu}(\text{OH})^2 + \text{H}^2\text{O}$. L'examen optique des cristaux distincts et des variétés fibreuses ne m'a montré aucune différence essentielle.

Le seul minéral de ce groupe trouvé dans les gisements français est la phosphorocalcite de Schrauf ; j'adopte avec M. Dana le nom de pseudomalachite, comme de date plus ancienne.

PSEUDOMALACHITE

Monoclinique ou triclinique¹.

Formes et facies. La pseudomalachite se trouve en masses concrétionnées réniformes, botroydes, à structure fibreuse.

Clivages. Clivage g^1 (010) imparfait.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 3,4 à 4,4.

Coloration et éclat. Vert émeraude foncé, vert de gris, vert noir, souvent plus foncé à la périphérie des globules qu'à leur centre. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente en lames minces.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* (n_p) faisant un angle

1. Schrauf, qui considérait la dihydrite comme triclinique, a déduit les paramètres suivants de ses mesures $a : b : c = 2,8252 : 1 : 1,53395$; $xy = 89^\circ 29'$; $zx = 91^\circ 0'$; $yz = 90^\circ 39'$.

d'environ 22° avec l'axe vertical, dans l'angle obtus ρh^1 ; la bissectrice obtuse est à peu près normale à g^1 (010).

$$2 E = 70^\circ \text{ environ.}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, avec $n_g > n_p > n_m$.

n_g = vert bleuâtre

n_m = vert jaune

n_p = bleu verdâtre

Composition chimique. La formule $\text{Cu}^3(\text{PO}^4)^2 \cdot 2 \text{Cu}(\text{OH})^2$ ou $5 \text{CuO} \cdot \text{P}^2\text{O}^5 \cdot 2\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition *a*) ; en *b*), est donnée la composition correspondant à la formule $\text{Cu}^3(\text{PO}^4)^2 \cdot 3 \text{Cu}(\text{OH})^2$ ou $6 \text{CuO} \cdot \text{P}^2\text{O}^5 \cdot 3 \text{H}^2\text{O}$; en *c* celle qui correspond à $\text{Cu}^3(\text{PO}^4)^2 \cdot 2 \text{Cu}(\text{OH})^2 + \text{H}^2\text{O}$ (ehlite) ou $5 \text{CuO} \cdot \text{P}^2\text{O}^5 \cdot 3\text{H}^2\text{O}$.

d) Analyse de la pseudomalachite de Las Coste.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
P ² O ⁵	24,7	21,2	24,0	20,00
CuO	69,0	70,8	66,9	71,44
H ² O	6,3	8,0	9,1	8,20
	100,0	100,0	100,0	99,64

Essais pyrognostiques. Comme pour la libéthénite.

Diagnostic. La couleur et la structure fibreuse peuvent faire confondre la pseudomalachite avec la malachite ; la dissolution dans les acides sans effervescence et les réactions de l'anhydride phosphorique données par la dissolution, ainsi que les propriétés optiques du clivage, fournissent un diagnostic rapide de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Tarn.* J'ai signalé, il y a quelques années, (*B. S. M.* XVII. 37. 1894) un curieux gisement de pseudomalachite, qui a été trouvé accidentellement dans la mine de las Coste en Albanle-Fraysse : au mur du filon d'hématite, qui y est exploité, on a rencontré une poche remplie d'un mélange caverneux de quartz, de cuivre natif, de pseudomalachite et de malachite. Ces deux derniers minéraux constituent des masses mamelonnées et fibreuses, se distinguant aisément par leur couleur, qui est différente. La malachite est d'un vert un peu jaune, son éclat est soyeux, la pseudomalachite est d'un vert noir à la partie extérieure de ses mamelons ; elle est hérissée de pointes cristallines. Elle recouvre la malachite, elle-même implantée sur la

Clivages. Clivage parfait suivant p (001).

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 4,13 à 4,38.

Coloration et éclat. Coloration d'un vert noir bleuâtre à l'extérieur, d'un vert de gris à l'intérieur. Poussière vert bleuâtre. Transparente en lames minces.

Éclat nacré sur p , vitreux ou résineux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë négative (n_p) presque perpendiculaire à p (001). Dispersion inclinée faible; la dispersion des axes est notable avec $\rho < v$

$$\begin{array}{l} 2H_a = 84^{\circ}07' \text{ à } 84^{\circ}12', \text{ d'où } 2E = 140^{\circ}58' \text{ à } 141^{\circ}14' \text{ (vert).} \\ \qquad \qquad \qquad 85^{\circ}34' \text{ à } 86^{\circ}42', \qquad \qquad \qquad = \text{réflexion totale (bleu).} \end{array}$$

Pléochroïsme. Bien que le pléochroïsme de ce minéral n'ait jamais été signalé, il est intense : $n_g > n_m$.

n_g = bleu d'azur.

n_m = vert-bleu de mer.

Composition chimique. La formule $\text{Cu}^3(\text{AsO}^4)^2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})^2$ ou 6CuO , $\text{As}^2\text{O}^5 + 3\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition suivante :

As ² O ⁵ .	30,3
CuO..	62,6
H ² O..	7,1
	100,0

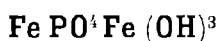
Essais pyrognostiques. Comme pour l'olivénite.

Diagnostic. La couleur est, à elle seule, distinctive de tous les autres arsénates de cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. La clinoclasite est un minéral d'oxydation des filons cuprifères. Carrière l'a citée (*Ann. Soc. Émul.* 189.1852) comme ayant été trouvée en cristaux groupés, d'un vert bleuâtre, dans une gangue de quartz et de barytine à la mine des Trois, à Sainte-Marie-aux-Mines. Je dois à l'obligeance de M. Lesslin le seul échantillon de ce minéral qui ait été recueilli dans ce gisement et qui répond bien à cette description.

DUFRENITE



Orthorhombique : $mm = 97^\circ 44'$.

$b : h = 1000 : 321,00$ $D = 753,16$ $d = 657,81$

$[a : b : c = 0,8734 : 1 : 0,4262 \text{ (Streng)}]$

Facies. La dufrénite est très rare en cristaux distincts ; elle forme le plus souvent des masses fibreuses ou fibrolamellaires, groupées parfois en masses concrétionnées à surfaces botroydes ou mamelonnées.

Clivages. Clivage facile suivant $h^1(100)$, moins facile suivant $g^1(010)$. Clivage ou cassure suivant $p(001)$.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,2 à 3,4.

Coloration et éclat. Vert de diverses nuances (pistache, olive, noir) ; par altération devient jaune ou brune. Poussière vert-serin. Transparente en lames minces seulement.

Éclat soyeux assez vif.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est parallèle au clivage le plus facile $h^1(100)$; la bissectrice aiguë *negative* (n_p) est parallèle à l'axe vertical. L'écartement des axes paraît petit, mais ne peut être mesuré à cause de la forte dispersion et de la couleur très foncée du minéral, même dans les lames très minces.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très intense dans les teintes suivantes :

n_g = vert d'herbe foncé.
 n_m = jaune brun.
 n_p = jaune d'or.

Le sens de l'absorption est $n_g > n_m > n_p$; il en résulte que les sections parallèles à la base, qui sont perpendiculaires à n_p , sont de couleur plus foncée que les sections de la zone d'allongement ; elles montrent les deux clivages grossiers et interrompus.

La dufrénite finement fibreuse de Rochefort-en-Terre possède une structure hélicoïdale enroulée comparable à celle de la calcédonite. Elle est visible même avec un seul nicol, grâce au pléochroïsme.

Composition chimique. La formule, $\text{Fe}^2(\text{OH})^3\text{PO}_4$ ou $2\text{Fe}^2\text{O}^3 \text{ P}^2\text{O}^5$.

$3\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition centésimale *a*). L'existence de protoxydes dans certaines dufrénites rend désirable la révision de ce minéral au point de vue chimique.

Analyses de la dufrénite *b*) des Huréaux par Vauquelin [*A.P.C.* XXX, 202. 1825; les résultats ci-contre sont ceux donnés par Alluaud (*Ann. sc. nat.*, VIII. 542. 1826)].

c) de la même localité par M. Pisani (échantillon qui m'a servi à déterminer les propriétés optiques données plus haut).

d) de Rochefort-en-Terre par le même (*C. R.* LIII. 1020. 1861). Cette dufrénite est remarquable par sa haute teneur en alumine.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
P^2O^5 ...	27,5	28,35	34,11	28,53
Fe^2O^3 ..	62,0	56,20	49,19	54,40
Al^2O^3 ...	»	»	1,09	4,50
FeO	»	»	2,16	»
Mn^2O^3 ..	»	6,15	5,80 (MnO)	»
H^2O	10,5	9,20	8,32	12,40
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,0	99,90	100,67	99,83

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en une scorie noire. Les autres réactions sont celles de la vivianite.

Diagnostic. La dufrénite a un peu l'apparence d'une chlorite; ses propriétés optiques et pyrognostiques la font facilement reconnaître.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dufrénite se rencontre dans deux catégories de gisements :

- 1° Dans les pegmatites.
- 2° Dans des gisements ferrifères.

1° Dans les pegmatites.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Ce minéral a été découvert tout d'abord aux Huréaux en Saint-Sylvestre. Alluaud l'a décrit (*Ann. Soc. Émul.* VIII. 342. 1826) sous le nom de *sous-phosphate manganesifère*, d'après l'analyse *b* due à Vauquelin. C'est Al. Brongniart qui, dans ses *Tableaux des espèces minérales* (1833), l'a désigné sous le nom de *dufrénite*, en l'honneur de Dufrénoy.

Quelques-uns des beaux échantillons que j'ai étudiés datent de la découverte de 1826 et sont les originaux d'Alluand. Depuis lors, le minéral a été retrouvé à la Vilate près Chanteloube, et a été signalé à Angelard, en Compreignac¹.

La dufrénite des Hureaux forme, au milieu de la pegmatite, des masses atteignant plus d'un décimètre de diamètre : elles sont constituées par des agrégats fibreux, dont les individus atteignent un centimètre ; leur couleur varie du vert foncé au vert jaune et au brun-châtain par altération. A la Vilate, comme aux Hureaux, la dufrénite est parfois associée à la triphylite, à la triplite et à l'hétérosite ; elle est recouverte par l'angelardite, l'huréaulite, la strengite et enfin par la psilomélane : ces divers minéraux sont de formation postérieure. La dufrénite paraît résulter de la décomposition de la triphylite.

Dans quelques échantillons de la Vilate, les fibres de dufrénite se terminent dans des cavités par une face plane brillante, mais je n'ai pu déterminer son orientation en l'absence de tout autre plan géométrique déterminé.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret m'a communiqué un échantillon de quartz de la pegmatite d'Orvault, riche en mispickel, dont les fentes sont tapissées de larges rosettes de dufrénite, prises tout d'abord pour de la scorodite.

2^o Dans les gisements ferrifères.

Bretagne. — *Morbihan.* De très beaux échantillons de dufrénite ont été trouvés en 1861 dans les cavités d'une couche de limonite, mise à jour dans une petite carrière, aujourd'hui comblée, du parc du château de Pluherlin à Rochefort-en-Terre.

La dufrénite y tapissait des géodes, à surface mamelonnée ou botroyde, lisses et brillantes (analyse *d*). Leur structure est très finement fibreuse ; le minéral est d'un vert plus sombre que celui du Limousin ; il est recouvert parfois par des sphérolites jaune d'or, qui ont été rapportés à la cacoxénite. On a vu plus haut que la dufrénite de ce gisement

1. Dans son *Traité de Minéralogie*, Dufrénoy ne cite que ce gisement, qu'il appelle Anglar (voir page 522) et, au lieu de donner l'analyse de Berthier se rapportant à ce minéral, il a reproduit celle de l'angelardite, que l'on trouvera page 523. Il semble donc avoir confondu ces deux minéraux pourtant bien distincts.

est caractérisée au point de vue optique par ses enroulements hélicoïdaux (fig. 1).

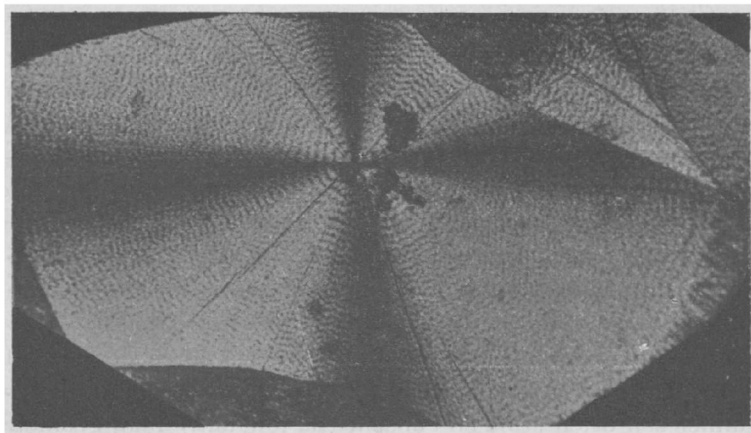
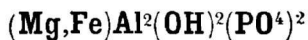


Fig. 1.
Dufrenite à structure hélicoïdale de Rochefort-en-Terre. Coupe mince d'un sphérolite.
(Lumière polarisée parallèle.)

Anjou. — *Maine-et-Loire.* La dufrénite forme de petits sphérolites verts dans les fentes du quartz filonien d'Avrillé, contenant du mispickel.

LAZULITE
(KLAPROTHINE)



Monoclinique. $mm = 91^\circ 28'$

$$b : h = 1000 : 1180,34 \quad D = 716,10 \quad d = 698,16$$

$$\left[\begin{array}{l} a : b : c : = 0,97496 : 1 : 1,6483 \text{ (Prüfer)} \\ z \ x = 89^\circ 14' \end{array} \right]$$

Macles. Macle suivant $h^1(100)$, avec souvent accolement suivant un plan normal à l'axe vertical. Macles plus rares suivant $d^{3/4}(223)$.

Formes et facies. La forme la plus habituelle des cristaux de lazulite est caractérisée par la combinaison de $d^{1/2}(111)$ et de $b^{1/2}(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$.

Dans les gisements étudiés plus loin, le minéral forme des masses dépourvues de formes géométriques.

Clivages. Clivages indistincts suivant m .

Dureté. 5 à 6.

Densité. 3,06 à 3,12 (Madagascar).

Coloration et éclat. Bleu azur à bleu de Prusse. Poussière blanche. Translucide ou opaque. Transparente en lames minces. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* (n_p), faisant avec l'axe vertical un angle de $9^{\circ}45'$ environ, dans l'angle aigu de ph^1 . Dispersion inclinée faible, $\rho < v$ dans l'air, $\rho > v$ dans l'huile.

$$\begin{aligned} n_g &= 1,639 \quad [\text{M. L. et Lx. (Brésil)}]. \\ n_m &= 1,632 \\ n_p &= 1,603 \\ \bar{n}_g - \bar{n}_p &= 0,036 \quad 2V = 69^{\circ} \text{ environ} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} n_g &= n_p = \text{bleu-azur} \\ n_p &= \text{incolore.} \end{aligned}$$

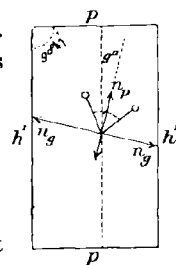


Fig. 1.

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

Inclusions. L'examen microscopique fait voir que la lazulite, et particulièrement celle de Madagascar, est souvent extrêmement riche en inclusions liquides à bulle mobile.

Composition chimique. La formule $(\text{Mg,Fe})\text{Al}^2(\text{OH})^2(\text{PO}^4)^2$ ou $(\text{Mg,Fe})\text{O Al}^2\text{O}^3\text{P}^2\text{O}^5 \cdot \text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition centésimale suivante, quand $\text{Mg} : \text{Fe} = 2 : 1$.

b) Analyse de la lazulite de Madagascar par M. Pisani (in Lx. B.S. M. XXXI. 244. 1908).

	<i>a</i>	<i>b</i>
P ² O ⁵	45,4	45,30
Al ² O ³	32,6	35,22
MgO	8,5	9,19
FeO	7,7	3,95
H ² O	5,8	5,80
	<hr/> 100,0	<hr/> 99,56

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et blanchit. Au chalumeau, blanchit, se brise sans fondre ; colore la flamme en vert bleuâtre ; l'essai, imbibé d'azotate de cobalt et chauffé, donne la coloration bleue de l'alumine. Inattaquable par les acides.

Diagnostic. Sa dureté, ses propriétés optiques (notamment son pléochroïsme) et pyrognostiques ne permettent de confondre la lazulite avec aucun des minéraux (outremer, tourmaline) de couleur analogue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

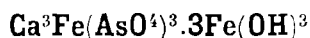
Madagascar. — Des échantillons de lazulite, ayant parfois plus de 7 centimètres de plus grande dimension, ont été rapportés depuis longtemps de Madagascar dans des lots de tourmaline ; leur gisement n'avait pas encore été précisé, quand M. Villiaume m'a donné une collection de minéraux (tourmalines polychromes à structure fibreuse notamment), recueillis par lui dans la région du Mont Bity : j'y ai trouvé (*Bull. Muséum.* 1899. 320) des échantillons de lazulite ne présentant que des rudiments de formes géométriques ; ils sont recouverts çà et là de paillettes de muscovite et associés à du quartz. Ces divers minéraux proviennent de filons de pegmatite. D'après un renseignement que m'a fourni récemment M. Tirlet, il semble que le gisement exact se trouve à l'ouest du Bity, aux environs du lac Anosy (N.-E. de Betafo).

Les échantillons de lazulite constituent toujours un individu cristallin unique ; ils sont très homogènes, à structure vitreuse, d'un bleu de Prusse magnifique ; la lazulite est translucide en petits éclats et offre la ressemblance la plus grande avec les échantillons trouvés au Brésil, dans les lavages diamantifères de la province de Miñas Geraes. La collection du Rév. Baron renferme un échantillon constitué par un mélange grenu de lazulite et de quartz, avec un peu de muscovite, dont les individus constituants n'ont pas plus de 2 mm. ; il est indiqué comme provenant du district de Vakinankaratra, sans indication plus précise.

J'ai décrit (*B. S.M.* XXV. 115. 1902) une roche curieuse paraissant abondante à Ambohimanjaka (E.N.E. de Betafo) ; elle est essentiellement constituée par de la lazulite et du disthène, avec un peu de quartz, de muscovite, de sphène, de tourmaline et de magnétite. Cette roche, associée à un gneiss à pyroxène, n'est pas sans analogie avec celle d'Horrsjöberg en Wermland, qui renferme en outre un minéral du groupe de la triplite (talktriplite).

Afrique équatoriale. — *Chari.* M. Courtet a trouvé (in Chevalier, *L'Afrique centrale française.* 689. 1907), la lazulite, intimement associée au disthène dans les quartzites micacés du Kaga M'Bra.

ARSÉNIOSIDÉRITE



Hexagonale ou rhomboédrique.

Facies. L'arséniosidélite se présente en masses concrétionnées, fibrolamellaires ; les lames qui les constituent ont leur plan d'aplatissement compris dans la zone de fibrosité.

Clivages. Clivage suivant a^4 (0001).

Dureté. 1 à 2.

Densité. 3,52 à 3,88.

Coloration et éclat. Jaune d'or à jaune brun. Poussière jaune brun. Transparente en lames très minces seulement.

Éclat fibreux et parfois soyeux très vif dans certains échantillons, dont l'aspect rappelle celui de l'or mussif.

Propriétés optiques. Uniaxe et négative (n_p).

Pléochroïsme. En déterminant les propriétés de ce minéral (*B. S. M.* IX. 3. 1886) j'ai fait voir qu'il est pléochroïque dans les teintes suivantes ¹ :

n_g = brun rouge

n_p = jaune clair

Composition chimique. La formule $\text{Ca}^3\text{Fe}(\text{AsO}^4)^3 \cdot 3\text{Fe}(\text{OH})^3 = 6 \text{CaO} 4\text{Fe}^2\text{O}^3 3\text{As}^2\text{O}^5 \cdot 9\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition donnée en *a*).

Analyses de l'arséniosidélite de Romanèche : *b*) par Dufrenoy (*A. M.* II. 343. 1842. et *C. R.* XII. 22. 1843) (abstraction faite de 4 % de silice gélatineuse).

c et *d*) par Rammelsberg (*P. A.* LXVIII. 508. 1846).

e) par Church (*J. Ch. Soc.* XXVI. 102. 1873).

Ces analyses donnent toutes une quantité de fer en excès sur la formule ; ce fait peut s'expliquer par les nombreuses inclusions globuleuses d'hématite que décèle l'examen microscopique.

1. Par suite d'une erreur de transcription, qu'il est facile de rectifier par la phrase suivante, j'ai, dans cette note, interchangé les couleurs du pléochroïsme suivant n_g et n_p .

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
As ² O ⁵	37,8	35,69	39,16	38,74	39,86
Fe ² O ³	35,0	43,03	40,00	39,37	35,75
Mn ² O ³	»	1,35	»	»	»
CaO	18,3	10,03	12,18	12,53	15,53
MgO	»	»	»	»	0,18
K ² O	»	0,80	»	»	0,47
H ² O	8,9	9,10	8,66	9,36	7,87
	100,0	100,00	100,00	100,00	99,66

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, comme la scorodite. Les essais par voie humide mettent en outre en évidence la haute teneur en calcium.

Altérations. J'ai observé des pseudomorphoses complètes ou partielles d'arséniosidérite en grêthite et en romanéchte.

Diagnostic. L'arséniosidérite ne pourrait guère être confondue qu'avec la cacoxénite, si celle-ci se trouvait en masses aussi considérables au lieu de ne former que de minces enduits ; la constatation de la présence de la chaux permet un diagnostic immédiat.

Les variétés fibrolamellaires de jarosite ont aussi quelque analogie de facies extérieur avec certaines variétés d'arséniosidérite ; elles s'en distinguent facilement par les essais pyrognostiques, l'absence d'arsenic, la présence de l'acide sulfurique et des alcalis.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* L'arséniosidérite n'a guère été trouvée qu'à Romanèche près Mâcon, dans les filons manganésifères ; elle n'est en effet qu'une extrême rareté à Schneeberg en Saxe.

L'arséniosidérite a été découverte en 1841 par mon grand-père, Tony Lacroix, mon premier maître en minéralogie. S'étant assuré que cette substance ne se rapportait à aucune des espèces connues, il en confia l'étude à Dufrénoy, qui en fit la description et la nomma (*A. M.* II. 243. 1842. *C. R.* XVI. 22.1843). Glocker (*Gener. et Spec. Miner. Synopsis.* 1847. 226) a proposé de remplacer le nom d'arséniosidérite par celui d'*arsénocrocite*, afin d'éviter la confusion avec le terme *arsénosidérite*, synonyme de löllingite ; mais celui-ci étant depuis longtemps abandonné, cette analogie de nom n'a pas d'inconvénient.

L'arséniosidérite a été rencontrée parfois en grande abondance dans la zone ferrugineuse des filons de romanéchte, dont il a été question

page 9; celle-ci n'étant atteinte que le moins possible par l'exploitation, il y a des périodes pendant lesquelles l'arséniosidélite ne se rencontre pas à Romanèche.

Elle forme des masses concrétionnées, fibreuses, atteignant parfois 2 à 3 cm. d'épaisseur dans une gangue d'hématite ou de goëthite et

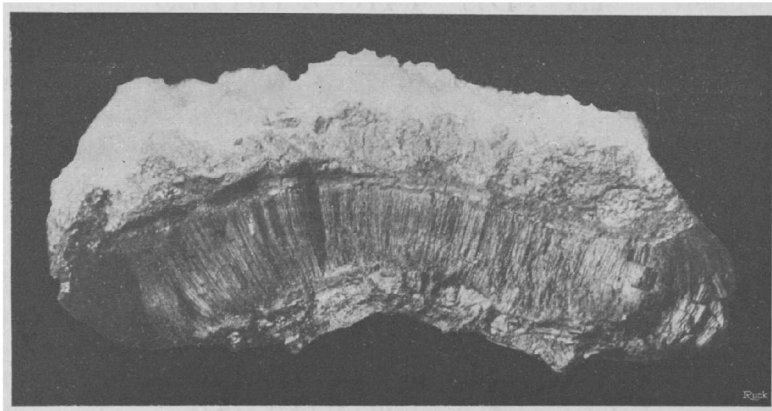


Fig. 1.
Arséniosidélite recouverte par des cristaux de quartz. Romanèche.
(*Photographie réduite de moitié environ.*)

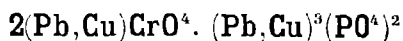
plus rarement de romanéchite. Cette arséniosidélite n'est pas un produit secondaire récent, elle est de formation primaire dans le filon, où on la trouve parfois alternant, avec des lits de minerais de manganèse, ou même de quartz; elle est quelquefois englobée en fragments par du quartz, de la fluorine dans les parties remaniées des filons.

Enfin, j'ai observé des pseudomorphoses partielles ou complètes d'arséniosidélite en romanéchite et surtout en goëthite. Il n'est pas toujours facile du reste de savoir si ces minéraux résultent de la transformation de l'arséniosidélite ou s'ils se sont produits par concrétion sur elle en prenant la même structure; quoi qu'il en soit, on rencontre des croûtes d'arséniosidélite se terminant par l'un ou l'autre de ces minéraux.

COMBINAISON DE CHROMATES ET DE PHOSPHATES

VAUQUELINITE

(LAXMANNITE¹)



Monoclinique : $mm = 109^\circ 33'$

$b : h = 1000 : 1261,169 \quad D = 587,118 \quad d = 809,501$

Angle plan de $p = 71^\circ 54' 20''$

— $m = 134^\circ 3' 47''$

$$\left[\begin{array}{l} a : b : c = 1,37877 : 1 : 2,14807 \text{ (Des Cloizeaux)} \\ \text{et Kokscharoff) } \alpha x = 30^\circ 51' \end{array} \right]$$

Formes observées. p (001); m (110), h^1 (100); a^1 (101), comme plan de macle.

Macles. Macle suivant a^1 (101), observée par Haidinger sur des cristaux de Pontgibaud.

1. Le nom de *vauquelinite* a été donné par Berzélius (1819) à un minéral de Bérézowsk, auquel il a attribué la formule $3(\text{Pb,Cu})\text{O} \cdot 2\text{CrO}_3$. En 1867, A. E. Nordenskiöld a décrit sous le nom de *laxmannite* le phosphochromate, dont les propriétés sont données ci-contre. Des Cloizeaux et Kokscharoff ont montré (*B.S.M.* V. 53. 1882) que tous les échantillons se trouvant dans les collections sous le nom de vauquelinite renferment de l'anhydride phosphorique et sont identiques à la laxmannite de Nordenskiöld. Il est donc vraisemblable que Berzélius a laissé passer dans son analyse l'anhydride phosphorique, comme dans la plumbogummite et que, par suite, la laxmannite et la vauquelinite, dont les caractères extérieurs sont identiques, ne constituent qu'une seule et même espèce. Il me semble préférable de conserver le nom de vauquelinite, qui est le plus ancien et qui, en outre, rappelle le savant qui a découvert le chrome. Dans le cas où il existerait réellement un minéral ayant la composition admise par Berzélius, il constituerait une variété cuprifère de *phœnicochroïte*.

Les angles ci-joints ont été mesurés par ce savant sur les cristaux de ce gisement.

	Angles calculés.		Angles calculés.	Angles mesurés.		
[	<i>mm</i>	109°33'	[	<i>ph</i> ¹ ant.	149°13'	149°
	<i>mh</i> ¹	145° 0'		<i>pa</i> ¹ adj.	67° 0'	
	<i>pm</i>	134°33'		<i>pp</i>	134° 0'	134°30'

Faciès des cristaux. Les cristaux, généralement petits et peu distincts, sont le plus souvent enchevêtrés irrégulièrement ; ils constituent des masses mamelonnées, concrétionnées, parfois hérissées de pointements cristallins.

Clivages. Aucun clivage n'a été observé. Cassure inégale.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 5,8 à 6,1.

Coloration et éclat. Verte ou brune de diverses nuances. Poussière verte ou brunâtre. A peine translucide ; le plus souvent opaque ; transparente seulement en lames minces.

Éclat adamantin à résineux.

Propriétés optiques. Les trop petites dimensions des cristaux ne m'ont pas permis de déterminer les propriétés optiques de ce minéral ; il est possible seulement de constater qu'il est très biréfringent et biaxe.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net en lames minces dans les teintes d'un jaune d'or foncé et brunes.

Composition chimique. La formule $2(\text{Pb,Cu})\text{CrO}^4. (\text{Pb,Cu})^3 (\text{PO}^4)^2$ correspond à la composition suivante. Les proportions relatives de plomb et de cuivre subissent quelques variations suivant les échantillons.

Cr ² O ³	45,0
P ² O ⁵	40,6
PbO.....	69,5
CuO.....	4,9
	<hr/>
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, gonfle, bouillonne et fond en un globule gris foncé brillant, renfermant des grains métalliques. Avec le sel de phosphore, donne un verre transparent, vert au feu d'oxydation, qui, après avoir été chauffé au feu réducteur, devient rouge par refroidissement, surtout si l'on a ajouté de l'étain.

Soluble dans l'acide azotique, en fournissant une solution verte et un résidu jaune.

Diagnostic. L'association des réactions du cuivre, du plomb et du chrome sont très caractéristiques de ce minéral, qui ne peut guère être confondu avec aucun de ceux que l'on rencontre dans les filons métallifères.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La vauquelinite est un minéral rare, provenant surtout de Bérésowsk (Oural) et de Congonhas do Campo, au Brésil.

Ce minéral a été aussi rencontré dans les mines de galène de Pontgibaud. Haidinger en effet a décrit (*Edingh. J. of. Sc.* VII. 213. 1827) un échantillon de plomb arséniaté mamelonné (sans doute campylite) sur barytine de ce gisement [probablement de Rosiers], qui lui avait été vendu par un marchand de Paris, nommé Roussel, et sur



Fig. 1.

Vauquelinite, Pontgibaud.
Projection sur $g^1 (010)$ de
la macle suivant $a^1 (\bar{1}01)$.

lequel se trouvaient de petits cristaux de vauquelinite, présentant les formes $p (001)$, $m (110)$, $h^1 (100)$ et la macle suivant $a^1 (\bar{1}01)$ (fig. 1). Cet échantillon, qui a fait partie de la collection Allan, est aujourd'hui dans celle du British Museum; M. Fletcher a bien voulu, à ma demande, l'examiner et m'a écrit que les cristaux de vauquelinite qui le recouvrent actuellement sont peu distincts.

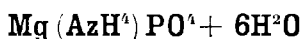
Toutes les recherches, effectuées par Des Cloizeaux, par M. Gonnard et par moi-même, soit à Pontgibaud, soit dans les collections françaises parmi les minéraux de ce gisement, n'ont pu faire retrouver de nouveaux échantillons de vauquelinite. Il n'y a du reste pas de raison de mettre en doute l'authenticité de l'origine de l'échantillon étudié par Haidinger; la collection du Muséum possède en effet de très nombreux minéraux, de nature variée, procurés par Roussel vers cette époque déjà ancienne, et j'ai pu constater l'exactitude des indications fournies par ce collecteur.

La vauquelinite de Pontgibaud est le second minéral de ce gisement (l'autre est la *voltzite*), qui n'a été trouvé qu'une seule fois.

PHOSPHATES, ARSÉNIATES, ANTIMONIATES HYDRATÉS

COMPOSÉS NORMAUX

STRUVITE



Orthorhombique, hémiedrique holoaxe : $mm = 120^{\circ}57'$.

$b : h = 1000 : 793,60$ $D = 870,12$ $d = 492,87$

$[a : b : c = 0,56643 : 1 : 0,91207$ (Sadebeck)]¹

Formes observées. p (001) ; g^3 (120), g^1 (010) ; $\pm \frac{1}{2} a^1 [\lambda(101)]$, $\pm e^1 [\lambda(011)]$, $\pm \frac{1}{2} e^{1/2} [\lambda(021)]$; $\pm \frac{1}{2} e_3 (b^1 b^{1/3} g^1) [\lambda(121)]$.

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Nantes.

		Angles				Angles	
		calculés.	mesurés.			calculés.	mesurés.
[	$g^3 g^3$ s. g^1	97° 8'	97°40'	[	pe^1	137°38'	137°40'
	pa^1	121°50'30''	121°40'		$e^1 e^1$ s. p .	95°46'	95°10'
	$a^1 a^1$ s. p .	63°41'			$pe^{1/2}$	118°44'	
[	pg^3	90°		$e^{1/2} e^{1/2}$ s. p .	57°28'		
	pe_3 s. g^3	112°20'30''	112°40'	$a^1 e^1$	112°56'30''		
	$e_3 g^3$	157° 4'					

Macles. Macles suivant p (001).

Facies des cristaux. Les cristaux de struvite sont toujours hémimorphes, mais présentent des aspects variés. Le plus souvent, ils

1. J'ai adopté ici la forme de Sadebeck, dans laquelle l'hémimorphisme a lieu suivant l'axe vertical. Des Cloizeaux a pris cet axe d'hémimorphisme pour b . Voici la concordance des deux systèmes :

p (001) = g^1 (010) (Dx)	a^1 (101) = e^1 (011) (Dx)
h^1 (100) = p (001)	$e^{1/2}$ (021) = m (110)
g^1 (010) = h^1 (100)	e^1 (011) = g^3 (120)
g^3 (120) = a^1 (101)	

sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 1) ; ils peuvent cependant l'être suivant l'axe a . Dans d'autres cas, ils sont très aplatis et alors tantôt suivant g^1 (010) et tantôt suivant p (001).

Clivages. Clivages, très facile suivant p (001), moins net suivant g^1 (010). Cassure conchoïdale ou inégale.

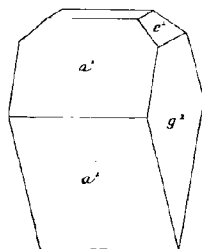


Fig. 1.
Struvite.

Dureté. 2. Fragile.

Densité. 1,65 à 1,7.

Coloration et éclat. Jaune ou brun pâle, blanche. Généralement transparente. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë positive (n_g) perpendiculaire à g^1 (010). Dispersion notable $\rho < v$.

$2E = 46^\circ$ à 60° suivant les gisements et la température
 $n_m = 1,502$ (Na) (Dx)

Propriétés électriques. Pyroélectrique. Le pôle antilogue est constitué par l'extrémité des cristaux terminée par les faces a^1 (101) ou e^1 (011), dominantes, alors que le pôle analogue est formé par l'extrémité présentant la face p (001) la plus développée (fig. 1).

Composition chimique. La formule $Mg(AzH^4)PO^4 + 6H^2O$ correspond à la composition suivante.

P^2O^5	29,0
MgO	16,3
AzH^4O	10,6
H^2O	44,1
	<hr/>
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ammoniacale et devient d'un blanc opaque. Fusible au chalumeau, en colorant la flamme en vert et en donnant un globule, qui prend avec la solution de cobalt une couleur rouge (magnésie).

Peu soluble dans l'eau, soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. La struvite, exposée à l'air sec, s'effleurit rapidement en devenant blanche et opaque.

Diagnostic. L'hémimorphisme des cristaux de struvite, les réactions de l'ammoniaque et de l'anhydride phosphorique, en même temps que celles du magnésium, ne permettent de confondre ce minéral avec aucun autre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La struvite, qui n'est autre chose que le phosphate ammoniacomagnésien des laboratoires, a toujours dans la nature une origine

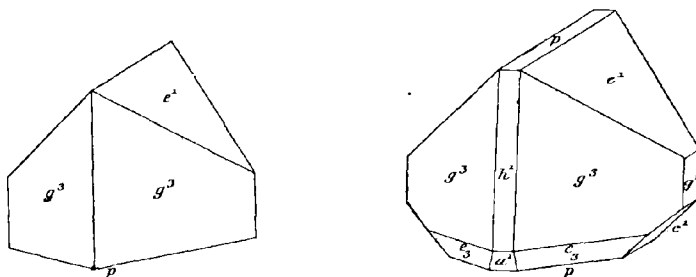


Fig. 2 et 3.
Struvite d'une fosse d'aisances de Nantes.

organique : elle se trouve dans les guanos, dans la tourbe imbibée du produit du lavage d'excréments de mammifères ; elle se forme parfois dans les fumiers et dans les fosses d'aisances.

La collection du Muséum possède un morceau de poutre extrait d'une fosse d'aisances de Paris ; cette poutre y avait séjourné pendant deux ans ; elle est couverte de cristaux de struvite atteignant 1 centimètre de plus grande dimension (type de la fig. 1) ; ils sont actuellement complètement effleuris.

M. Lecoqte m'a communiqué de beaux cristaux du même minéral, trouvés dans de semblables conditions à Nantes (*Loire-Inférieure*). Ils sont remarquables par la prédominance des formes g^3 (120) et e^1 (011) qui constituent parfois à elles seules les cristaux avec une face p (fig. 2) ; dans d'autres cas, il existe en outre de petites facettes p supérieures, $1/2 a^1$, $1/2 e_3$ [λ (121)], h^1 , g^1 (fig. 3).

Enfin M. Franchet, qui fut pendant de longues années le conservateur de la collection du marquis de Vibraye, m'a signalé que de très gros cristaux de struvite ont été recueillis par lui dans le sous-sol d'une très ancienne fosse à purin du château de Cour-Cheverny (*Loir-et-Cher*) : je n'ai pas retrouvé ces cristaux, lors de la vente de cette collection.

Gisement incertain.

Pyénées. — M. Pisani m'a remis deux cristaux de struvite, provenant des Pyrénées, sans indication plus précise.

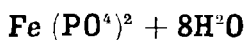
GROUPE DE LA VIVIANITE

Les minéraux de ce groupe sont isomorphes et présentent de remarquables analogies dans leurs propriétés physiques. Ce sont les suivants :

* <i>Bobierrite</i>	$Mg^3(PO^4)^2 + 8H^2O$
* <i>Hörnésite</i>	$Mg^3(AsO^4)^2 + 8H^2O$
<i>Vivianite</i>	$Fe^3(PO^4)^2 + 8H^2O$
* <i>Symlésite</i>	$Fe^3(AsO^4)^2 + 8H^2O$
<i>Erythrite</i>	$Co^3(AsO^4)^2 + 8H^2O$
<i>Annabergite</i> . . .	$Ni^3(AsO^4)^2 + 8H^2O$
* <i>Cabrerite</i>	$(Ni, Mg, Co)^3(AsO^4)^2 + 8H^2O$
* <i>Köttigite</i>	$(Zn, Co, Ni)^3(AsO^4)^2 + 8H^2O$

Tous ces minéraux sont monocliniques et les paramètres de ceux qui ont pu être étudiés cristallographiquement (*vivianite*, *symlésite* et *érythrite*) ne sont pas éloignés les uns des autres ; ils possèdent un clivage facile, micacé suivant g^1 (010). Le plan des axes optiques est dans tous normal à g^1 (010) ; n_p coïncide avec l'orthodiagonale.

VIVIANITE



Monoclinique : $mm = 108^{\circ}10'$

$b : h = 1000 : 560, 1415$ (Dx) $D = 800,969$ $d = 598,705$

Angle plan de $p = 106^{\circ}26'44''$

— $m = 98^{\circ}30' 7''$

$$\left[a : b : c = 0,74755 : 1 : 0,6994 \right]$$

$$zx = 75^{\circ}42'$$

1. M. de Limur a indiqué la *symlésite* comme existant à la *Villeder* (*op. cit.*, p. 33) ; ce produit étudié page 474 paraît être une variété non cristallisée de *scorodite*.

Formes observées. p (001); m (110), h^1 (100), g^1 (010);
 o^9 (109), o^2 (102), o^1 (101), $o^{1/4}$ ($\bar{4}01$), $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{3/7}$ ($\bar{7}04$), a^1 ($\bar{1}04$); $e^{3/2}$ (023), e^1 (011);
 d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), b^1 ($\bar{1}12$);
 $x = (d^{1/5} d^{1/11} h^{1/6})$ (836), $z = (b^{1/5} b^{1/11} h^{1/3})$ ($\bar{8}33$); $y = (d^1 b^{1/4} g^{1/7})$ (3.5.14).

Les angles suivants ont été mesurés par Des Cloizeaux sur les cristaux de Cransac et de Commeny, ou par vom Rath (R) sur ceux de Commeny : c'est de ces mesures que Des Cloizeaux a déduit les paramètres adoptés ici.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
$n m$	108°10'	108°10' moy.	$p d^{1/2}$	137°24'	
$m h^1$	144° 5'	144°17' moy.	$d^{1/2} m$	144° 8'	144° à 144°10'
$m g^1$	125°55'	125°58' à 59'	$d^1 d^{1/2}$	164°18'	164° 5'
$h^1 g^1$	90°		p ant.	101°32'	101°40' à 102°20'
$p o^9$	173°23'		$p b^1$	147°23'	147°24'
$o^9 h^1$	109°54'	109°10' à 110°	$b^1 m$	111° 5'	110°55' à 111°20'
$p o^2$	157°53'		$p b^{1/2}$	124°11'	123°13' à 124°12'
$o^2 h^1$	126°25'	125° à 126°	$b^{1/2} m$	134°16'	134° 1'
$p o^1$	143°38'		$b^1 b^{1/2}$	156°48'	156°50' moy.
$o^1 h^1$	140°40'	140°40'	$d^1 b^{1/2}$ s. p	97°17'	97°40' à 45'
$p o^{1/4}$	117°57'		$d^1 b^1$ s. p	120°29'	120°26'
$o^{1/4} h^1$	166°21'		$d^1 b^{1/2}$ s. m	82°43'	82°40'
$p h^1$ ant.	104°18'	104° env.	$d^{1/2} b^{1/2}$ s. p	81°36'	81°55' à 57'
$p a^1$	130°18'	129°30' à 40'	$p m$ post.	78°28'	77° env.
$a^1 h^1$	125°24'	125°24'	$p x$ adj.	136°11'	
$p a^{4/7}$	110°35'		$p z$	—	98°42'
$a^{4/7} h^1$	145°07'	145°28'	$p y$ adj.	163°31'	163 à 163°40'
$p a^{1/2}$	106°31'		$d^{1/2} h^1$ ant.	135° 0'	134°55'
$a^{1/2} h^1$	149°11'		$e^1 h^1$ ant.	101°48'	
$p a^{1/4}$	91°12'		$b^{1/2} h^1$ ant.	59°47'	59°49'
$a^{1/4} h^1$	164°30'		$d^{1/2} b^{1/2}$ s. e^1	104°47'	104°48'
$o^9 a^1$ s. p	124°42'	126° env.	$d^{1/2} h^1$ post.	45° 0'	45° 5'
$o^1 a^1$ s. p	93°56'	93°48'	$b^{1/2} z$	147°58'	147°35' à 148°49'
$a^1 a^{4/7}$	160°17'	159°37' env.	$b^{1/2} h^1$ post.	120°13'	120°12' moy.
$p e^{3/2}$	155°42'	156°40'	$z h^1$ post.	152°15'	152° 3' moy.
$e^{3/2} g^1$	114°18'	113°20'	$d^1 h^1$ ant.	124°51'	125° 2' moy.
$p e^1$	145°53'		$x h^1$	145°31'	
$e^1 g^1$	124° 7'		$b^1 h^1$ post.	102° 8'	101°59' moy.
$p g^1$	90°		$x d^1$	159°20'	
$p d^1$	153° 6'	153°20'	$d^1 b^1$ adj.	133° 1'	133° 9'
$d^1 m$	128°26'	128°10' à 30'	$d^1 e^2$	158°41'	

		Angles				Angles	
		calculés.	mesurés.			calculés.	mesurés.
[$g^1 d^{1/2}$	113°54'	113°43' moy.	[$a^1 m$	62° 1'	62°47'
	$g^1 o^1$	90°			$a^1 b^1$	150°56'	151°10' à 150°52'
	$d^{1/2} o^1$	156° 6'	156°29' moy.		$a^1 m$ adj.	117°59'	118°15'
[	$d^{1/2} d^{1/2} s. o^1$	132°12'		$o^{1/4} m$ adj.	141°54'	
	$g^1 d^1$	105°43'	105°40' moy.	$a^{1/7} m$ adj.	131°38'	132°	
	$g^1 o^2$	90°		$a^{1/4} m$ adj.	141°18'	140°20' à 141°	
[	$d^1 o^2$	164°17'		zm adj.	150°50'	150°58'
	$d^1 d^1 s. o^2$	148°34'	148°46' moy.	$d^1 e^{3/2}$	157°33'		
	$g^1 b^1$	108°50'	108°35' moy.	$d^1 b^{1/2} s. e^3$	113°21'	113°55' à 114°15'	
[	$b^1 b^1$ adj.	142°20'	142°43' à 47'	$e^{3/2} b^{1/2}$	135°48'	134°28' à 135°22'
	$g^1 b^{1/2}$	119°41'	119°32' à 44'	py	163°31'	163°40' à 164°20'	
	$g^1 a^1$	90°		$g^1 y$	102°47'	102°25' à 103°	
[	$b^{1/2} a^1$	150°19'	150°20' à 26'	yy adj.	154°26'	155° env.
	$b^{1/2} b^{1/2} s. a^1$	120°38'	120°44'	$g^1 y s. y$	77°13'	77°40' à 45'	
	$g^1 z$	105°28'	105°38'	yd^1 adj.	168°22'	169° à 169°45'	
[	zz adj.	149° 4'	150°12'	yd^1 opp.	147°35'	149°33'
	$o^1 m$ adj.	128°47'	128°43'	ya^1 adj.	119° 0'	117°48'	
	$o^1 d^1$	158°54'	158°48'	$y b^{1/2}$ adj.	122° 3'	120°55' à 121°	
[	$o^1 e^1$	131°48'		$y b^{1/2}$	108° 9'	107°20'
	$d^1 m$ post.	72°19'	72°13' à 37'	ym adj.	117°26'		
	$e^{3/2} m$ adj.	115° 4'		px	136°11'		
[	$e^1 m$ ant.	119°39'		$h^1 x$	145°31'	143° env.
	$b^1 m$	91° 5'	91°20' à 25'	xd^1	159°20'	159°20' à 160°	

Les cristaux sont souvent très allongés suivant l'axe vertical, parfois aplatis suivant h^1 (100) : les faces prismatiques sont striées parallèlement à l'axe vertical.

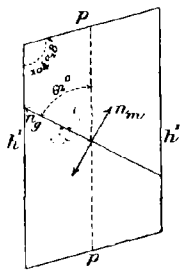


Fig. 1.
Face g^1 (040) perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_p .

Les cristaux sont souvent groupés en masses réniformes ou globulaires à structure fibrolamellaire divergeant d'un centre.

Le minéral se trouve aussi en masses terreuses (*fer azuré*).

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait donnant des lames très flexibles. Traces de clivage suivant h^1 (100). Casure fibreuse dans une zone presque perpendiculaire à l'axe vertical.

Dureté. 1, 5 à 2. Sectile.

Densité. 2,58 à 2,68. 2,685 (Cransac). 2,69 (Le Pouldu).

Coloration et éclat. Très rarement incolore, plus souvent bleue, verte, devenant de plus en plus foncée par exposition à l'air. Transparente.

Éclat nacré et un peu métallique sur le clivage g^1 (010), vitreux sur les autres faces. Aspect terreux pour quelques variétés.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *positive* (n_g) fait (Dx) un angle de $61^{\circ}28'$ avec h^1 (100), dans l'angle obtus de ph^1 (rayons jaunes). Faible dispersion horizontale, avec $\rho < v$. Les indices mesurés sont pour la lumière du sodium ; ils doivent être influencés par la teneur en $Fe^2 O^3$.

Gransac (Gaubert).	Cornwall (Rosicky).
$n_g = 1,6267$	1,6360
$n_m = 1,5930$	1,6042
$n_p = 1,5768$	1,5818
$n_g - n_p = 0,0499$	0,0542
$2V = 73^{\circ}10'$	$79^{\circ}50'$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense.

$$\begin{array}{l} n_g \\ n_m \\ n_p \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{jaune verdâtre ou incolore.} \\ \text{bleu indigo.} \end{array} \right.$$

Les sections taillées perpendiculairement à un axe optique montrent le phénomène des houppes.

Composition chimique. La formule $Fe^3(PO^4)^2 \cdot 8H^2O$ correspond à la composition centésimale *a*) ; une petite quantité de protoxyde de fer est généralement transformée en sesquioxyde dans les vivianites très bleues.

b) Analyse de la vivianite terreuse d'Alleyras par Berthier (*J. M.* XXVIII. 73.1810).

	<i>a</i>	<i>b</i>
P^2O^5	28,3	23,10
FeO	43,0	43,00
MnO	»	0,60
H^2O	28,7	32,40
$Al^2O^3 + SiO^2$	»	0,60
	100,0	99,70

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, s'exfolie, blanchit, puis devient jaune en prenant un reflet métallique. Au chalumeau, fond facilement en colorant la flamme en bleuâtre et en donnant un globule noir magnétique. Avec les flux, donne les réactions du fer. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. Par oxydation, la vivianite devient de plus en plus bleue, puis brune, enfin, elle se transforme en une matière jaune pouvant rester transparente ; je décrirai page 537, sous le nom d'*éguéïte*, le terme ultime de cette transformation, accompagnée de déshydratation.

Diagnostic. La coloration bleue et les propriétés optiques sont caractéristiques des variétés terreuses de vivianite. Quand le minéral est cristallisé, sa forme, la flexibilité de ses cristaux bleus ne permettent de le confondre avec aucune autre espèce.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

De beaux cristaux de vivianite se trouvent en Cornwall et dans d'autres régions au milieu de filons métallifères ; ce genre de gisement n'est pas réalisé en France où ce minéral a été constaté :

- 1° dans les produits des houillères embrasées ;
- 2° dans les fentes de roches diverses ;
- 3° dans des argiles ou roches sédimentaires variées.

Dans tous ces gisements, la vivianite est un minéral secondaire ¹.

1° *Dans les produits des houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Allier et Aveyron.* Les plus beaux cristaux

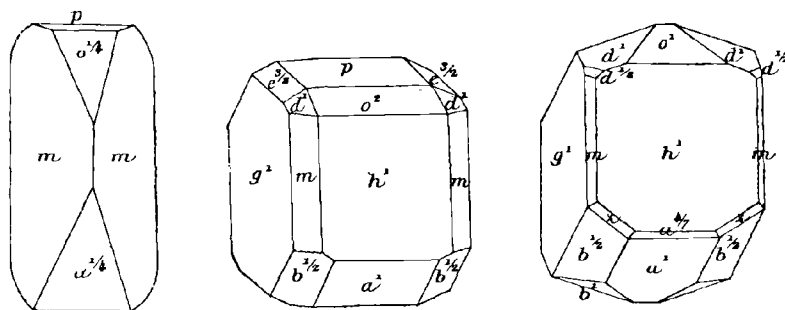


Fig. 2 à 4.

Vivianite des roches fondues de Commentry.

de vivianite que j'ai vus proviennent de Commentry ² (*Allier*), de Cransac et de Lavaysse en Aubin (*Aveyron*) ; ils se trouvent dans les

1. Voir page 522 à *anglarite* pour un minéral des pegmatites, jusqu'ici confondu avec la vivianite.

2. Les anciens auteurs désignaient ce gisement sous le nom de la Bouiche près Nérès.

vacuoles des roches feldspathiques souvent riches en cordiérite (voir t. I, p. 531), produites par la fusion des couches houillères sous l'influence des incendies souterrains.

Dans tous ces gisements, la vivianite résulte de l'oxydation de la rhabdite, consécutive à la réduction des nodules de sidérite phosphoreuse, contenus originellement dans les sédiments (voir tome II, p. 462). Sa cristallisation est donc un phénomène postérieur à la production de ces roches fondues, qui ont généralement subi une altération assez profonde, rendant difficile la conservation de ces beaux échantillons.

Les cristaux de vivianite de ces divers gisements ont été observés pour la première fois par Coq (*J. M.* XIX, 410, 1806), et depuis lors ils ont été cités par de nombreux auteurs et notamment par Lévy et par Dufrénoy. Des Cloizeaux les a étudiés (*Mém. Sav. étrang.*, XVIII, 184, 1867 et *op. cit.* II, 495), et vom Rath a donné quelques angles dans sa Monographie de la vivianite du Cornwall (*P. A.* CXXXVI, 405, 1869). J'ai eu moi-même l'oc-

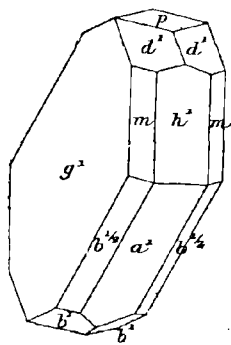


Fig. 5.
Vivianite de Cransac.

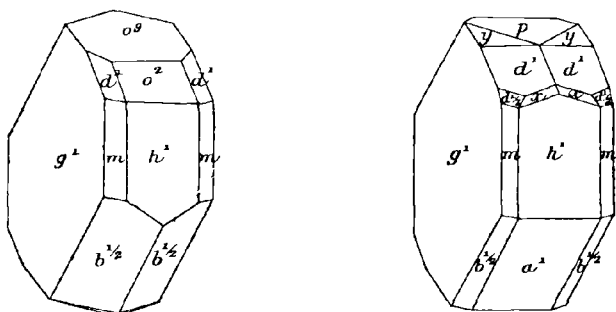


Fig. 6 et 7.
Vivianite des roches fondues de Cransac.

casion d'en étudier de nombreux cristaux, quand mon savant maître a bien voulu m'associer à la rédaction du dernier fascicule de son Manuel de Minéralogie.

Les cristaux de tous ces gisements présentent les mêmes caractères; ils sont peu ou pas allongés suivant l'axe vertical ou suivant une arête $g^1 b^{1/2}$, parfois un peu aplatis soit suivant h^1 (fig. 3 et 4), soit suivant g^1 (fig. 5 à 7). Ils sont disséminés en plus ou moins grand nombre dans les

cavités bulleuses de la roche; ils peuvent atteindre un centimètre. Leur couleur est le bleu foncé; leurs faces sont très éclatantes, mais parfois un peu arrondies.

Bien que l'aspect général soit le même, quelques formes sont spéciales à un gisement particulier; tels par exemple o^1 (101), $o^{1/4}$ (401), $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), $a^{4/7}$ (704), z (833) pour Commentry, o^9 (109), o^2 (102), y (3.5.14) et x (836) pour Cransac. Toutes les faces énumérées plus haut ont été observées dans ces divers gisements; les figures 2 à 6 représentent les principales d'entre elles.

Voici les combinaisons citées par Des Cloizeaux et auxquelles je n'ai rien à ajouter :

Commentry : $mh^1 o^{1/3} a^{1/4}$; $mpo^{1/4} a^{1/4}$; $mh^1 g^1 o^1 a^1 d^1 d^{1/2} b^1 b^{1/2} a^{1/7} z$; $mh^1 p a^1 b^{1/2}$; $ma^{1/4} po^{1/2}$.

Cransac : $mh^1 g^1 o^9 a^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 o^9 o^2 d^1 b^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 p a^1 d^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 p a^1 d^1 b^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 a^1 d^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 p a^1 d^1 d^{1/2} b^{1/2} y x$.

Lavaysse en Aubin : $mh^1 g^1 a^1 d^1 d^{1/2} b^1 b^{1/2}$.

Les combinaisons suivantes proviennent de l'un ou de l'autre de ces gisements : $mh^1 g^1 p a^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 p o^2 a^1 e^{3/2} d^1 b^{1/2}$ (Commentry?); $mh^1 g^1 d^1 b^1 b^{1/2}$ (Cransac?).

2° Dans les roches sédimentaires.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* J'ai décrit (*B.S.M.* XVIII. 39. 1894) de beaux cristaux de vivianite dans les diaclases des phyllades ardoisiers du Poulden en Caurel. Ces diaclases sont tapissées de très petits cristaux de sidérite, sur lesquels sont implantés ceux de vivianite; ils sont d'un beau bleu, transparents et peuvent atteindre plusieurs centimètres suivant l'axe vertical. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et donnent de belles lames de clivage; leurs angles sont malheureusement arrondis et leurs arêtes courbes; les mesures précises sont donc impossibles; j'y ai toutefois noté les formes m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), a^1 ($\bar{1}01$). Il semble que ce soit ce même gisement ou un gisement très voisin que M. Bézier a signalé plus récemment (*Bull. Soc. sc. nat. et méd. Ouest.* II. 139. 1895), en indiquant comme localité Mur, sur les bords du Blavet.

3° Dans des argiles et des roches sédimentaires variées.

La vivianite se rencontre dans les formations sédimentaires les plus variées, mais particulièrement dans les argiles récentes et dans les

tourbières. Elle s'y produit par la réaction de phosphates solubles sur les sels de fer qui les accompagnent, ou des sels solubles de fer sur des phosphates, tels que ceux d'ossements.

Cette vivianite forme quelquefois des cristaux distincts, tapissant les cavités d'ossements de mammifères ou de coquilles, mais le plus souvent on l'observe sous la forme terreuse d'un beau bleu : c'est le *fer azuré* des anciens minéralogistes.

Dans beaucoup de gisements, le minéral au moment de sa découverte est blanc ou jaunâtre et ne bleuit que par exposition à l'air. Cette vivianite terreuse, qui généralement se résout au microscope en petites lamelles, épigénise ou imprègne fréquemment des ossements fossiles, des graines, des racines ou des tiges de végétaux. Je rappellerai que c'est le phosphate ferreux, mais non individualisé, qui colore en bleu l'*odontolite* étudiée plus loin.

Les gisements que l'on pourrait citer sont extrêmement nombreux, en voici quelques-uns comme exemple :

Normandie. — *Calvados.* Trouville.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Dans les dents de divers mammifères à Vaugré près Dinan.

Ille-et-Vilaine. A l'intérieur de dents de bœuf, de cheval et de divers os creux des alluvions de la Vilaine (Béziers, *Bull. soc. médic. Ouest.* IV. 1895), à Rennes, Redon, etc.

Loire-Inférieure. La vivianite est fréquente dans ce département ; M. Baret a cité quelques gisements (*op. cit.* 87. 1898) et m'a communiqué des échantillons provenant de plusieurs autres. Couëron, dans des prairies marécageuses, recouvrant du bois, des glands, des fruits. Nombreux gisements à Nantes même (fondations de l'Hôtel-Dieu) ou dans ses environs : dragages de la Loire (dans dents de cheval et de bœuf), rive droite de la Sèvre près de Gorge ; Blain (petites rosettes sur os de mammifères et sur poteries gallo-romaines), etc.

Maine et Anjou. — *Maine-et-Loire.* Dans le sénonien de la forêt de Fontevrault : sur des débris organiques du lit de la Maine à Angers ; dans les argiles de Savennières.

Sarthe. Environs du Mans.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai décrit (*B.S.M.* XIV, 325. 1891) des épigénies de dents d'*Elephas* sp. des graviers (pliocènes ou quaternaires) d'Arrauts près Ustaritz, aux environs de Bayonne. Les lames d'ivoire sont intactes, leurs intervalles sont remplis par de la vivianite pulvérulente d'un bleu pâle ; par places, la surface de l'ivoire est recouverte d'un enduit cristallin du même minéral.

M. Vasseur m'a signalé la vivianite pulvérulente dans les argiles (pliocènes ?) d'une tuilerie, située à peu près à égale distance de Bayonne et de Tarnos.

Hautes-Pyrénées. Chemin de Paloumières près Bagnères-de-Bigorre.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Alleyras [nodules bleu pâle et terreux à l'extérieur, formés intérieurement par l'enchevêtrement de petits cristaux lamelleux (analyse *b*)] ; Viaye.

Haute-Vienne. Dans les déblais des anciens fossés de Saint-Yrieix (épigénie de végétaux).

Puy-de-Dôme. Dans la randannite impure de Saint-Saturnin, en épigénies de tiges de végétaux, (variétés bleue et jaune) ; dans des terres marécageuses de Malinrat et de Sarlière près Clermont.

Cantal. Dans la vallée de Vigent près Mauriac.

Allier. Dans les argiles des environs de Commentry.

Saône-et-Loire. M. Lafay m'a communiqué des dents de cheval trouvées à Mâcon lors de la construction des égouts ; elles sont couvertes de petits cristaux peu distincts de vivianite.

Champagne. — *Aube.* Dans la terre végétale recouverte de fumier et à la surface d'un fer à cheval à Gérodot ; dans une couche de tourbe aux environs de Troyes.

Oise. Dans l'argile de Goincourt.

Vosges. — *Haute-Saône.* Sage a décrit (*Mém. Ac. Sc. 2^e série*, 1806. 99) des cristaux nets de vivianite trouvés dans une vieille canalisation (romaine ?) à Luxeuil ; ils recouvraient de la tourbe et des ossements.

Meurthe-et-Moselle. De petits cristaux de vivianite ont été trouvés par M. Nicklès à l'intérieur d'ossements humains, colorés en vert bleuâtre, du cimetière d'Eumont (Eulmont). (*C. R.* XLI. 1169. 1855).

Haute-Saône. Chambois.

Ain. Des ossements devenus fragiles et transformés en vivianite pulvérulente, ainsi que des végétaux imprégnés du même minéral, ont été signalés dans des prairies marécageuses sur le bord du ruis-

seau de Cons (affluent de la Reissouze), dans la forêt de Seillon, à la porte de Bourg-en-Bresse. Dans le voisinage, des coquilles bivalves étaient colorées en bleu (Riboud. J. P. XXXIII. 423. 1788).

Madagascar. — La vivianite en rognons cristallins fibreux, contenant parfois des géodes de cristaux distincts, paraît assez fréquente dans les marais du massif d'Ankaratra. J'en ai vu notamment des échantillons recueillis à 80 km. au Sud de Tananarive, et d'autres à Kelilalana.

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*Minéraux et Minerais du Tonkin*, 1909.99), de petites masses terreuses de vivianite, trouvées avec débris organiques dans une argile des fondations du pont Doumer à Hanoï, sur le Fleuve Rouge.

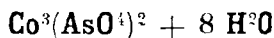
Dans les sources thermales.

Champagne. — *Haute-Marne.* M. Daubrée a observé des enduits de vivianite à la surface d'objets de fer provenant des thermes de Bourbonne-les-Bains.

Gisements inexactement signalés.

La vivianite a été signalée par quelques auteurs dans certaines roches volcaniques d'Auvergne, et particulièrement dans des roches basaltiques. Les enduits bleuâtres auxquels il est fait allusion ne contiennent pas d'anhydride phosphorique ; ils sont souvent constitués par une très mince couche d'opale.

ÉRYTHRITE



Monoclinique. $mm = 105^{\circ}05'$

$$b : h = 1000 : 576,29 \quad D = 783,39 \quad d = 621,70$$

$$\text{Angle plan de } p = 103^{\circ} 3'$$

$$- \quad m = 99^{\circ}21'$$

$$[a : b : c : = 0,7937 : 1 : 0,7356. (\text{Groth})^4]$$

$$zx = 74^{\circ}51'.$$

1. La forme adoptée ici met en évidence l'isomorphisme de l'érythrite et de la vivianite. Des Cloizeaux a pris une forme différente dont voici la concordance :

	(Dx)		(Dx)
a^4	$(\bar{1}01) = p$	(001)	g^7 $(340) = m$ (110)
h^4	$(100) = h^4$	(100)	g^4 $(010) = g^4$ (010)

Facies. L'érythrite est très rare en cristaux distincts, ceux-ci présentent les formes m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Dans les gisements français, elle se trouve uniquement en lames, groupées en forme de globules ou de sphérolites d'étoiles; plus souvent même elle est pulvérulente (*rhodoïse* de Huot) ou constitue des enduits sans apparence cristalline.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, fournissant des lames flexibles dans une direction perpendiculaire à g^1 et presque perpendiculaire à l'axe vertical. Traces suivant h^1 (100) et a^1 ($\bar{1}01$).

Dureté. 1,5 à 2,5 avec maximum suivant g^1 . Sectile.

Densité. 2,948.

Coloration et éclat. Rouge cramoisi, à rouge-fleur de pêcher. Pous-sière rose pâle dans les variétés terreuses. La poussière est de même couleur que le minéral, mais plus pâle.

Éclat nacré sur le clivage g^1 (010), éclat vitreux et adamantin dans les autres directions. Souvent aspect terreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë négative (n_p) perpendiculaires à g^1 (010). Dispersion tournante faible avec $\rho > v$.

$$\begin{aligned} n_g^- &= 1,6986 \text{ (Na) (Gaubert)} \\ n_m &= 1,6649 \\ n_p &= 1,6263 \\ n_g - n_p &= 0,0723, \text{ d'où } 2V = 89^\circ 2' \\ 2H &= 102^\circ 1' \text{ à } 104^\circ 31' \text{ jaune (Dx).} \end{aligned}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense dans les teintes rouges, avec minimum d'absorption suivant n_m .

Les sections taillées perpendiculairement à un axe optique montrent le phénomène des houppes.

Composition chimique. La formule $\text{Co}^3(\text{AsO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ correspond à la composition centésimale a).

b) Analyse de l'érythrite des Chalanches par Laugier.

	<i>a</i>	<i>b</i>
As ² O ⁵	38,4	40,0
CoO.....	37,5	20,5
NiO	»	9,2
FeO.....	»	5,3
H ² O.....	24,1	24,5
	100,0	99,7

Une partie du cobalt peut être remplacée par du nickel, du fer, du calcium. L'érythrite des Chalanches est exceptionnellement riche en nickel ; l'annabergite existant dans le même gisement, il est possible que le nickel s'y trouve à l'état d'impureté et non à celui de mélange isomorphe.

Les variétés terreuses (rhodoïse) sont souvent mélangées d'argent.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et devient bleue. A haute température, l'arsenic se sublime sous forme d'acide arsénieux et le résidu devient noir. Au chalumeau, fond facilement en une masse grise, et colore la flamme en bleuâtre. Sur le charbon, fond en dégageant une odeur arsenicale.

Soluble dans l'acide chlorhydrique en une solution rose.

Diagnostic. La coloration rose et les propriétés optiques des lames de clivage sont caractéristiques de l'érythrite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'érythrite est le produit habituel de l'altération des arséniures et des sulfoarséniures de cobalt ; elle se trouve plus souvent sous forme d'enduits terreux que de lames cristallines distinctes.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Des enduits d'érythrite ont été signalés dans le filon de blende de Châtelaudren (voir tome II, p. 630).

Pyénées. — *Haute-Garonne.* Les échantillons de smaltite de la mine de Juzet près Montauban-de-Luchon sont recouverts d'un enduit rose d'érythrite terreuse.

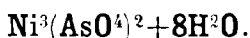
[*Aragon*]. L'érythrite se trouve en abondance à la surface de la smaltite et de la cobaltite des mines de Gistain. J'ai étudié un joli échantillon recueilli en 1840 dans la mine Christine, à Saint-Jean ; les lamelles, qui constituent des rosettes, ont des formes nettes.

Vosges. — [*Alsace*]. L'érythrite était fréquente aux affleurements des filons cobaltifères de Sainte-Marie-aux-Mines.

Alpes. — *Isère.* Les mines des Chalanches ont fourni en très grande abondance de l'érythrite, constituant le plus souvent des masses terreuses d'un rose pâle ; leur gangue la plus habituelle est l'asbolite argentifère, qui en est souvent imprégnée. Le minéral est parfois aussi mélangé d'annabergite.

En brisant des blocs de ces minéraux, faisant partie de la collection du Muséum, j'ai trouvé de petites lames d'érythrite d'un rouge foncé, permettant de déterminer les propriétés optiques de ce minéral. On trouve aussi de l'érythrite en enduit à la surface de la smaltite.

ANNABERGITE



Monoclinique.

Clivage. Clivage parfait suivant g^1 (010).

Facies. L'annabergite se rencontre exclusivement sous forme de petites lames, de petites aiguilles ou de masses cavernueuses ou terreuses, mais dont la cristallinité apparaît souvent au microscope.

Dureté. 2 à 2,5. Cassure inégale ou terreuse.

Densité. 3,08 à 3,13 (Les Chalanches).

Coloration et éclat. Vert-pomme. Transparente en lames minces seulement.

Parfois, même éclat que l'érythrite, mais plus souvent aspect terreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë négative (n_p) perpendiculaires à g^1 (010).

2 H = 104° à 107° (Lx.) jaune.

n_g = 1,68 n_p = 1,65 environ (Schröder van der Kolk).

Pléochroïsme. Pléochroïsme très faible, dans les teintes vertes.

Composition chimique. La formule $\text{Ni}^3(\text{AsO}^4)^2 + 8\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition a). Une petite quantité du nickel peut être remplacée par du cobalt, par du calcium.

b) Analyse de l'annabergite des Chalanches par Berthier (A. M. IV. 473. 1819).

	a	b
As ² O ⁵	38,5	36,8
NiO	37,4	36,2
CoO	»	2,5
H ² O	24,1	24,5
	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube et noircit. Au chalumeau, dégage une odeur arsenicale et donne un bouton métallique, qui produit avec le borax une perle d'abord bleue, puis violette à brun

rouge (Ni) : elle devient grise au feu réducteur. Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

Diagnostic. La coloration et les propriétés pyrognostiques sont caractéristiques de l'annabergite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'annabergite est un produit d'altération des arséniures et des sulfarséniures de nickel qu'elle accompagne fréquemment, ainsi que l'érythrite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Des enduits verts d'annabergite, mélangés d'érythrite, ont été signalés à Châtaudren (tome II, page 633) ; je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce gisement.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai recueilli des enduits d'annabergite à la mine d'Ar près des Eaux-Bonnes ; elle recouvre soit l'arite, soit la calcite qui sert de gangue à celle-ci.

[*Aragon*]. L'annabergite est fréquente en enduits verts sur les minéraux nickelifères de la vallée de Gistain.

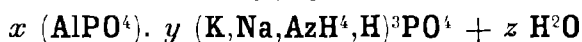
Alpes. — *Isère.* La mine des Chalanches a fourni en assez grande abondance des enduits vert-pomme d'annabergite (analyse *b*). Ils recouvrent la nickélite et la chloanthite et quelquefois sont mélangés à l'érythrite et à l'asbolite dans ce minéral très argentifère si caractéristique de ce gisement. La structure cristalline de cette annabergite apparaît généralement assez nette, quand on examine au microscope le minéral préalablement pulvérisé.

Gueymard a signalé l'annabergite (*B. S. G.* XII. 515. 1855) dans un filon de blende et de calcite traversant le lias de la Salle en Beaumont (rive gauche du ruisseau de la Salle, à 25 mètres de l'église) et dans un filon de calcite ferrifère (avec or natif) du château de Lamotheles-Bains.

Hautes-Alpes. Je dois à M. Thénaud la connaissance de l'annabergite du chapeau d'oxydation d'un filon des environs de Bréziers ; on y a rencontré ce minéral en masses terreuses d'un vert pâle, de plus d'un décimètre de diamètre. Dans le voisinage, se trouvent des filons de blende, de bournonite à gangue calcaire. Il est probable que des recherches poursuivies en ce point mettraient au jour un intéressant gisement nickelifère.

Algérie. — *Alger.* J'ai observé l'annabergite en enduits à la surface de la panabase de la mine de Mouzaïa, renfermant de petits cristaux de gersdorffite ; c'est ce minéral qui a fourni le nickel nécessaire à la production de l'annabergite.

MINERVITE



Facies. A l'état sec, la minervite constitue des masses friables assez légères, happant à la langue et ressemblant à du kaolin.

Densité. La densité est voisine de 2.

Coloration et éclat. Blanc de lait, un peu jaunâtre quand le minéral est impur. Aspect terreux.

Propriétés optiques. M. Armand Gautier a signalé une structure cryptocristalline ; le plus souvent, le minéral se présente sous forme d'une poussière amorphe.

Composition chimique. M. Armand Gautier, qui a découvert ce minéral (*A. M. V.* 29. 1894), l'a considéré comme un phosphate d'aluminium hydraté répondant à la composition $\text{AlPO}_4 + 3,5\text{H}_2\text{O}$; les analyses récentes de M. Ad. Carnot, *a*) et *b*), montrent que la composition est plus complexe. Les analyses du minéral pur rentrent assez bien dans la formule $x (\text{AlPO}_4) \cdot y (\text{K,Na,AzH}^4, \text{H})^3 \text{PO}_4 + z \text{H}_2\text{O}$.

Les proportions relatives des divers alcalis et de l'eau basique varient suivant les localités.

Analyses de la minervite *a*) de la Réunion, par M. Pisani ;

b) de la Grotte de Minerve par M. Ad. Carnot (*A. M. VIII.* 319. 1895) ;

c) de Misserghin (*id.* 314).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
P ² O ⁵	42,70	37,28	35,17
Al ² O ³	21,00	18,59	18,18
Fe ² O ³	2,90	0,83	»
K ² O	1,20	8,28	5,80
(AzH ⁴) ² O	3,47	0,52	0,48
CaO	»	1,40	0,31
MgO	»	0,33	tr.
H ² O (jusqu'à 180°)	29,80	23,70	23,95
H ² O (au rouge)	»	4,50	4,35
sable et argile	»	4,35	11,60
	101,07	99,78	99,84

Traces de fluor, de chlore, d'acide sulfurique dans les analyses *b* etc.

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Soluble dans les acides étendus, dans le citrate d'ammoniaque, dans la potasse caustique (avec dégagement d'un peu d'ammoniaque). Par digestion dans l'eau, le minéral laisse dissoudre une quantité notable de phosphates.

Diagnostic. La solubilité dans le citrate d'ammoniaque permet de distinguer la minervite de tous les minéraux présentant la même structure. Les réactions microchimiques de l'aluminium et du potassium constituent le caractère différentiel de la brushite qui l'accompagne souvent.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Cévennes. — *Hérault.* M. Armand Gautier a dénommé ce minéral et en a donné la première description (*op. cit.*), après l'avoir découvert dans la grotte de Minerve en Fauzan, où il forme un lit de 0 m. 50 à 0 m. 80 d'épaisseur, à 3 m. 50 de la surface du niveau de la grotte. Au moment de sa mise au jour, la minervite est plastique, s'écoule lentement en s'épaississant. Exposée à l'air, elle se transforme en une matière concrétionnée friable et légère, happant à la langue et ressemblant à du kaolin. M. Ad. Carnot en a donné l'analyse *b*, qui fixe sa nature. Son mode de formation est le même que celui de la brushite exposé page 493.

Les phosphates concrétionnés, qui s'observent dans ce gisement sur une épaisseur de près de 9 mètres, sont essentiellement constitués par un mélange de phosphate tribasique et d'un phosphate alumineux mal individualisé, facile à séparer par l'action d'une lessive de potasse.

Algérie. — *Oran.* Un autre gisement de minervite a été trouvé par M. Pallary dans la grotte de la Tour Combes en Misserghin (analyse *c*). Le minéral est moins blanc que celui de Minerve, il forme dans une terre d'un brun rougeâtre des masses rarement plus grosses que le poing; elles sont spongieuses, arrondies, légères. La matière pure est blanche et farineuse: elle est parfois teintée en jaune, en rouge ou en noir par de l'oxyde de fer contenant du manganèse et du cobalt. On trouve dans les mêmes couches de nombreux ossements.

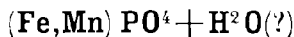
Réunion. — La collection du Muséum possède un échantillon d'un minéral, rapporté autrefois par Desbassyns du Bassin bleu,

caverne basaltique située dans le quartier Saint-Paul (rivière Saint-Gilles) à la Réunion ; ce minéral a été analysé par Vauquelin (*A. C. P.* XXI. 188. 1822), qui lui a trouvé la composition suivante : P_2O_5 30,37 ; Al_2O_3 46,67 ; H_2O et matières organiques 19,73 ; AzH^3O (?) 3,13 = 99,90. L'analyse donnée en *a*), qui a été faite sur un échantillon que j'ai récemment étudié (*B. S. M.* XXXIII. 34. 1910) et qui est celui-là même rapporté par le voyageur précité, montre que ce minéral doit être considéré comme une minervite très ammoniacale.

Cette substance, blanche, pulvérulente, douce au toucher, est tout à fait analogue à la minervite des gisements précédents.

Elle formait le sol de la caverne et constituait de petits amas au pied des parois basaltiques.

HÉTÉROSITE



Orthorhombique.

Facies. L'hétérosite épigénise la triphylite et s'oriente sur elle ; elle constitue par conséquent des masses laminaires.

Clivages. Il existe un clivage très facile ; puis deux autres moins faciles, rectangulaires entre eux et avec le premier, qui correspondent respectivement aux clivages $p(001)$, $g^1(010)$ et $h^1(100)$ de la triphylite. Dufrénoy a inexactement indiqué que ces clivages font entre eux un angle de 101° .

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,27 à 3,52. Cette densité est rendue trop forte par des inclusions de psilomélane.

Coloration et éclat. Violet foncé. Poussière d'un violet clair ; transparente seulement en lames extrêmement minces.

Éclat très vif ; un peu métallique et moiré sur le clivage le plus facile.

Propriétés optiques. Un bel échantillon provenant des Huréaux et entré au Muséum en 1825, l'année de la découverte du minéral, m'a permis de déterminer ses propriétés optiques. Les clivages faciles se poursuivent sans interruption de l'hétérosite à la triphylite par rapport à laquelle les propriétés de l'hétérosite vont être repérées. J'ai fait tailler des plaques respectivement parallèles à p , h^1 et g^1 et j'ai pu constater alors qu'en outre de l'hétérosite, il existe un autre minéral

n'apparaissant que lorsque la substance est réduite en lames minces et que j'appelle la *pseudohétérosite*. Elle forme, entre la triphylite et l'hétérosite, une zone dépassant par place un centimètre d'épaisseur; on constate fréquemment au milieu d'elle des lambeaux d'hétérosite; parfois elle se trouve en plages dans ce minéral. Je suppose qu'elle constitue un stade intermédiaire de transformation de la triphylite en hétérosite, bien qu'il soit possible que ce soit, au contraire, un produit de transformation de l'hétérosite. Quoi qu'il en soit, voici la position des indices de ces minéraux comparés à ceux de la triphylite :

	triphylite	pseudohétérosite	hétérosite
<i>a</i>	n_m	n_p	n_m
<i>b</i>	n_g	n_g	n_g
<i>c</i>	n_p	n_m	n_p

L'hétérosite, comme la triphylite, a son plan des axes dans H^1 ; il est parallèle à p dans la pseudohétérosite; l'hétérosite, comme la triphylite, est optiquement positive, mais l'écartement des axes est plus grand. Quant à la pseudohétérosite, son écartement d'axes paraît voisin de 90° . Toute mesure est rendue impossible par l'intensité de la coloration et du pléochroïsme qui, par ailleurs, aident à repérer les orientations.

Pléochroïsme. L'hétérosite et la pseudohétérosite se distinguent par leur coloration, mais l'intensité du pléochroïsme de chacun de ces minéraux est sensiblement la même. Les colorations violette et carmin de l'hétérosite ne peuvent être comparées qu'à celles de la piémontite.

	hétérosite	pseudohétérosite
n_g	= violet foncé	jaune d'or
n_m	= carmin vif	brun foncé
n_p	= gris brun mordoré	jaune brun.

Les lames du clivage facile de l'hétérosite, qui, en lumière réfléchie, sont violettes, présentent en lames minces, comme on le voit, suivant les directions, les couleurs violette et carmin extrêmement vives.

Composition chimique. La formule donnée plus haut est celle proposée par M. Schaller pour un minéral qu'il a considéré comme nouveau et qu'il a décrit sous le nom de *purpurite* (*Am. J. of Sc.* XX. 146. 1905), mais qui, en réalité, n'est qu'une hétérosite plus manganésifère que celle du Limousin, parce qu'elle provient de la transformation d'une lithiophylite plus riche en manganèse que la triphylite des gisements

français. L'examen des propriétés optiques d'un échantillon, que je dois à ce savant, ne laisse aucun doute sur cette identité.

L'analyse *a* est celle que M. Pisani a faite sur les matériaux les plus purs que j'ai pu isoler, mais qui renfermaient encore cependant beaucoup de psilomélane mélangée. Tout le fer et le manganèse ont été dosés à l'état de sesquioxides, l'excès de l'analyse montre qu'ils se trouvent en partie à un état de moindre oxydation ; cela est probablement dû à l'existence de la pseudohétérosite, qui est peut-être une étape intermédiaire d'oxydation de la triphylite. Je donne comme document en *b*) l'analyse de Vauquelin (*in* Alluaud, *Ann. Sc. nat.* VIII. 348. 1826) et en *c*) celle de Rammelsberg (*P. A.* LXXXV. 439. 1852), qui ont été faites sur des matériaux encore plus impurs.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
P ² O ⁵	44,60	50,0	32,18
Fe ² O ³	24,60	16,5	31,46
Al ² O ³	29,35	32,0	30,01
H ² O	7,62	»	6,35
	<hr/> 103,17	<hr/> 98,5	<hr/> 100,00

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube en devenant brune. Facilement fusible au chalumeau.

Très soluble, même à froid, dans l'acide chlorhydrique en dégageant du chlore dû aux inclusions de psilomélane. Humectée par cet acide, prend une coloration d'un violet plus clair et plus intense, et se ternit.

Altérations. Se transforme en psilomélane concrétionnée.

Diagnostic. La belle coloration violette, jointe à la structure, est caractéristique de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

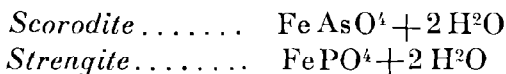
Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai donné, page 304, l'histoire de ce minéral ; c'est bien lui que les premiers auteurs de sa description, Alluaud et Vauquelin, ont eu en vue lorsqu'ils ont créé le terme d'hétérosite, mais, comme ce minéral constitue fréquemment aux Huréaux en St-Sylvestre, aussi bien qu'à la carrière de la Vilate près Chanteloube en Razès, des pseudomorphoses incomplètes de triphylite d'un gris bleuâtre, les anciens auteurs ne savaient pas distinguer les deux minéraux l'un de l'autre. L'hétérosite est beaucoup plus fréquente d'ailleurs que le minéral aux dépens duquel elle s'est produite et qu'elle épigé-

nise souvent entièrement ; l'existence de la pseudohétérosite n'est mise en évidence que par l'examen optique.

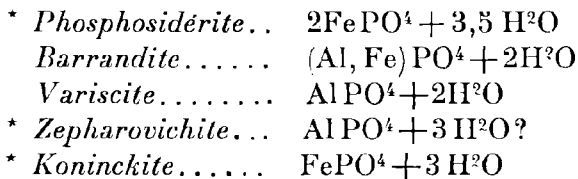
L'hétérosite se rencontre en masses clivables, atteignant jusqu'à un décimètre de plus grande dimension ; elle est parfois associée à la dufrénite, à la triplite, plus rarement à l'huréalite.

GROUPE DE LA SCORODITE

Ce groupe comprend les phosphate et arséniate orthorhombiques isomorphes suivants :



On peut y rattacher en outre les minéraux suivants qui, sauf le premier, ne se trouvent qu'en agrégats fibreux :



SCORODITE
 $FeAsO_4 + 2H_2O$

Orthorhombique : $mm = 98^{\circ}6'$
 $b : h = 1000 : 723,759$ (Dx) $D = 755,282$ $d = 655,400$
 $[a : b : c = 0,86775 : 1 : 0,95826]$

Formes observées. h^1 (100), g^1 (010), g^3 (120); $b^{1/2}$ (111).

Les angles mesurés sont ceux que j'ai observés sur des cristaux de Vaulry.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	$98^{\circ} 6'$		$g^1 b^{1/2}$	$122^{\circ} 45'$	
$h^1 g^3$	$119^{\circ} 57'$		* $b^{1/2} b^{1/2}$	$114^{\circ} 30'$	$114^{\circ} 33'$
$g^3 g^1$	$150^{\circ} 3'$		* $b^{1/2} b^{1/2}$ côté	$102^{\circ} 32'$	
$g^3 g^3 s. g^1$	$120^{\circ} 6'$	120°	$b^{1/2} g^3$	$141^{\circ} 15' 30''$	$141^{\circ} 12'$
$b^{1/2} b^{1/2} s. m$	$111^{\circ} 16'$	$111^{\circ} 14'$			

Facies des cristaux. La figure 2 et la figure 1 de la page 476 montrent l'aspect habituel des cristaux de scorodite, généralement un peu allongés suivant l'axe vertical. Les faces g^3 (120) sont d'ordinaire striées verticalement, il en est souvent de même pour h^1 et g^1 (Vaulry).

La scorodite forme assez souvent des masses cristallines à structure miarolitique, dans les cavités desquelles se trouvent des cristaux distincts (Vaulry).

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,1 à 3,2 ; 3,18 (Vaulry).

Coloration et éclat. Verte ou bleue de diverses nuances ; parfois jaune (Vaulry), brune ou noire. Poussière blanche. Transparente.

Éclat vitreux, résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë positive (n_g), parallèle à l'axe vertical. Dispersion très forte, $\rho > v$.

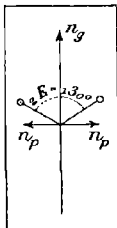


Fig. 1.
Scorodite de
Vaulry.

$$n_g - n_p = 0,03 \text{ environ. } N > 1,93$$

	rouge	jaune	bleu
2E =	130°58'	129°32'	122°25' Brésil (Dx)

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très faible dans les teintes jaune et vert pâle.

Composition chimique. La formule $\text{FeAsO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ou $\text{Fe}^2\text{O}^3 \text{ As}^2\text{O}^5 + 4\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition a).

b) Analyse de la scorodite de Vaulry par M. Damour (A. C. P. X. 412. 1844).

	a	b
As ² O ⁵	49,8	50,95
Fe ² O ³	34,6	31,89
H ² O.....	15,6	15,64
	<u>100,0</u>	<u>98,48</u>

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et jaunit facilement en bouillonnant et en colorant le flamme en bleu. Sur le charbon, donne des fumées arsénicales et une scorie noire magnétique.

Soluble dans l'acide chlorhydrique ; en partie décomposée par l'ammoniaque avec résidu brun.

Diagnostic. La forme et la couleur sont caractéristiques, ainsi que les propriétés optiques et en particulier la forte dispersion.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La scorodite est le produit le plus habituel de la décomposition du mispickel; elle se rencontre par suite dans tous les gisements de celui-ci (tome II, p. 665) et particulièrement dans les gîtes stannifères, mais elle ne se trouve en cristaux distincts que dans un petit nombre d'entre eux. Elle est souvent associée à la pharmacosidérite.

1° Dans les gisements stannifères et les filons de mispickel.

Bretagne. — *Morbihan.* M. de Limur (*op. cit.*, 33) a signalé sous les noms de scorodite terreuse et de *symplésite* des produits d'altération du mispickel, provenant des filons stannifères de la Villeder. Les échantillons, dont il s'agit, sont d'un vert-céladon ou d'un vert bleuâtre; ils sont formés par du quartz ou des prismes hexagonaux de béryl, imprégnés par un arséniate hydraté de fer. Les échantillons que m'a communiqués jadis M. de Limur contiennent en outre du soufre résultant de la décomposition du mispickel; il n'y est pas très apparent, mais il suffit de chauffer les échantillons pour constater un dégagement d'acide sulfureux et pour voir de petites gouttelettes de soufre en fusion suinter à la surface. L'examen microscopique ne montre aucun minéral nettement cristallisé dans cette substance, qui paraît identique à celle d'Adun Tschilon, que M. Nordenskiöld a désigné sous le nom de *jogynaité*; dans les deux gisements, le produit est associé à du béryl et a la même origine.

Loire-Inférieure. M. Baret a signalé (*op. cit.*, 1898. 88) l'abondance de la scorodite en cristaux peu distincts dans les gisements de mispickel des environs de Nantes (Petit-Port, Barbin, La Trémissinière, etc.) (voir à *dufrénite*).

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La scorodite abonde dans tous les filons stannifères de la chaîne de Blond (Vaulry, Cieux, etc.); on la trouve aussi dans le quartz du filon wolframifère de Puy-les-Vignes près Saint-Léonard.

C'est surtout Vaulry, qui a fourni les plus beaux cristaux atteignant jusqu'à 1 centimètre (analyse *b*). On les trouve le plus fréquemment épars dans les cavités du quartz, leur couleur varie alors du vert d'herbe vif au vert bleuâtre, plus rarement ils sont noirs. Ils forment aussi parfois

des masses miarolitiques, d'un vert-gris clair dans les cavités desquelles se trouvent des cristaux fort nets. Les cristaux de Puy-les-Vignes sont parfois jaunes.

Les formes des cristaux de scorodite sont peu variées et semblables dans tous les gisements : j'ai observé $h^1(100)$, $g^1(010)$, $g^3(120)$, $b^{1/2}(111)$; la fig. 2 représente le cas où toutes ces formes sont présentes ; il existe quelquefois un léger aplatissement suivant h^1 ou g^1 . Dans d'autres cas, on n'observe que g^3 dans la zone verticale ; ces cristaux sont d'ordinaire plus allongés suivant c que les précédents ; ils sont identiques comme forme, à ceux de strengite représentés par la figure 1 de la page 476. J'ai observé cette dernière variété dans plusieurs échantillons de Puy-les-Vignes.

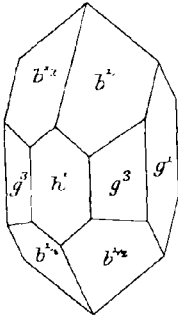


Fig. 2.
Scorodite de Vaulry.

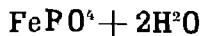
Dans tous ces gisements, la scorodite est accompagnée de pharmacosidérite. Elle a été signalée aussi dans les pegmatites de Chanteloube.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* La scorodite se trouve en petits cristaux, généralement peu nets, dans le filon de quartz d'Avrillé ; elle remplit souvent de cavités ayant la forme du mispickel.

2° Dans les filons cuprifères.

Algérie. — *Alger.* La scorodite forme de très petits groupes de cristaux sur la barytine du gisement cuprifère de Mouzaïa. Elle est accompagnée de pharmacosidérite.

STRENGITE



Orthorhombique : $mm = 98^\circ 16'$.

$$b : h = 1000 : 743,90 \quad D = 756,251 \quad d = 654,286$$

$$[a : b : c = 0,86517 : 1 : 0,98272 \text{ (Bruhns et Busz)}].$$

Formes observées : $h^1(100)$, $g^3(120)$; $b^{1/2}(111)$

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux des Huréaux.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	98°16'		$g^1 b^{1/2}$	122°35'30''	
$h^1 g^3$	120°1'30''		$b^{1/2} l^{1/2}$	114°1'	
$g^3 g^1$	149°58'		$b^{1/2} b^{1/2}$ côté	101°59'	102°10'
$g^3 g^3 s. g^1$	119°57'	120°2'	$b^{1/2} g^3$	141°51'	
$b^{1/2} b^{1/2} s. m$	112°41'				

Formes et facies. Petits cristaux souvent peu distincts offrant généralement l'aspect de ceux de la scorodite (fig. 1), ils sont d'ordinaire groupés en petits mamelons cristallins ou en sphérolites, hérissés de facettes. Un type plus rare est constitué par des lames aplaties suivant h^1 (100).

Clivages. Clivage h^1 (100) et peut-être p (001), difficiles.

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2,87.

Coloration et éclat. Rose-fleur de pêcher à rose-carmin; parfois presque incolore. Poussière d'un blanc jaunâtre. Transparente à translucide.

Éclat vitreux très vif.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à p (001). Dispersion très forte $\rho > v$.

$$2E = 60^\circ \text{ environ.}$$

$$n_g = 1,84 \quad n_p = 1,81 \text{ env. (Schröder van der Kolk).}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes suivantes : la coloration est souvent variable sur un même cristal et plus foncée à l'extérieur (la Vilate).

n_g = rose-carmin à rose pâle.

n_m = incolore.

n_p = rose très pâle.

Composition chimique. La formule $FePO_4 + 2H_2O$ ou $Fe^2O_3P_2O_5 + 4H_2O$ correspond à la composition suivante :

P_2O_5	38,0
Fe_2O_3	42,7
H_2O	19,3
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se comporte comme la scorodite, mais donne à la flamme la coloration vert bleuâtre des composés du phosphore.

Soluble dans l'acide chlorhydrique chaud ; à peine attaquée par l'acide azotique.

Diagnostic. La coloration rose fait facilement reconnaître la strengite et ne permet pas de la confondre avec la scorodite, dont elle diffère en outre en ce que les caractères chimiques du phosphore y remplacent ceux de l'arsenic.

La forte dispersion est très caractéristique pour distinguer la strengite des autres phosphates du Limousin : quand on écrase des cristaux entre deux verres, et qu'on les examine en lumière polarisée parallèle, les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive présentent les teintes bleues caractéristiques des minéraux très dispersifs et il n'y a pas d'extinction en lumière blanche : la *phosphosidérite* possède la même propriété, mais l'écartement des axes optiques est plus grand et le maximum de pléochroïsme a lieu suivant n_p .

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La strengite est un minéral rare, accompagnant parfois la limonite et produit, comme elle, par oxydation de minéraux ferrugineux.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai rencontré la strengite, d'un rose vif, dans les cavités tapissées d'oxyde de fer manganésifère, d'un mélange altéré de triplite et d'alluaudite de la Vilate ; les cristaux présentent les formes g^3 (120), $b^{1/2}$ (111), avec quelquefois h^1 (100) et alors léger aplatissement suivant cette dernière forme ; ils sont très allongés suivant c . Les cristaux sont presque incolores ou bien roses ; tantôt la couleur rose est uniforme mais très pâle, tantôt elle est très intense (carmin), mais limitée au bord des cristaux, dont la partie centrale est incolore. Enfin j'ai rencontré dans un échantillon de dufrénite fibreuse associée à de l'angelardite, des crêtes constituées par de petits cristaux de strengite blanc jaune ; ce sont des lamelles groupées en gerbes, aplaties suivant h^1 et limitées par g^3 et un dôme a^x qui n'a pu être déterminé. La strengite se trouve aussi sous forme de petits sphérolites roses ou blanchâtres.

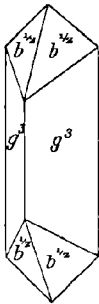


Fig. 1.
Strengite des
Huréaux.

Beaucoup plus rares sont les cristaux des Huréaux, qui sont plus courts que les précédents ; ils atteignent jusqu'à 2 millimètres. Ils sont implantés sur la dufrénite fibreuse et parfois associés à l'angelardite sphérolitique. Leur forme est celle de la figure 1 : ils sont parfois d'un beau rose, qui paraît homogène au premier abord, mais

Coloration et éclat. Violette plus ou moins foncée. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Je n'ai pu isoler aucun cristal pour le tailler; j'ai dû me contenter de broyer des fragments de cristaux et d'étudier les préparations de ceux-ci. J'ai trouvé une section perpendiculaire à la bissectrice aiguë parfaitement centrée et facile à étudier grâce à la grande biréfringence du minéral. Cette bissectrice est *négative*.

La dispersion $\rho > v$ est très forte; elle donne aux anneaux colorés

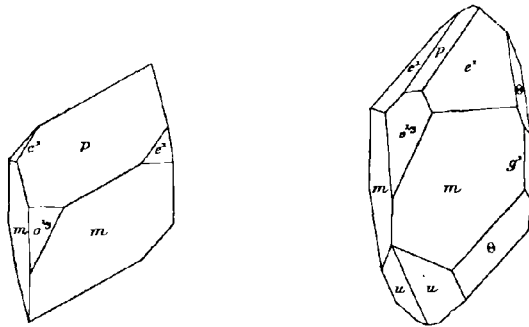


Fig. 1 et 2.
Vilatéite de la Vilate.

des teintes comparables à celles de la scorodite et de la strengite. Aucune dispersion des bissectrices n'a pu être décelée. Il semble que dans la zone verticale l'extinction se fasse suivant des angles très petits; optiquement le minéral se comporte à peu près comme une substance orthorhombique.

L'indice médian est voisin de 1,74, la biréfringence est assez grande.

Pléochroïsme. Il existe un léger pléochroïsme avec teinte rose suivant l'axe le plus rapproché de l'axe vertical.

Composition chimique. Je n'ai pu faire que des essais qualitatifs sur ce minéral, qui fournit les réactions d'une strengite un peu manganésifère; c'est la raison pour laquelle je l'étudie ici. Sa place exacte dans la systématique est réservée jusqu'à ce qu'il soit possible d'en faire une analyse complète.

Diagnostic. La densité plus faible et la biréfringence plus élevée constituent un diagnostic différentiel immédiat avec l'huréaulite. Les propriétés cristallographiques et optiques (signe optique négatif) ne permettent de confondre ce minéral ni avec la strengite, ni avec la phosphosidérite.

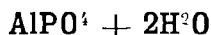
GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* On verra page 501 l'histoire de ce minéral, qui a été confondu par Des Cloizeaux avec la huréaulite.

Les quelques échantillons que j'ai trouvés dans la collection de mon regretté maître consistent en une hétérosite en partie transformée en psilomélane concrétionnée, dans les cavités de laquelle sont distribués les cristaux de vilatéite, n'ayant guère que 1 mm. de plus grande dimension ; ils se rapportent aux figures 1 et 2, qui sont celles données par Des Cloizeaux pour son huréaulite violette. Les cristaux qu'il a mesurés ne se trouvent malheureusement pas dans sa collection.

Ou bien la vilatéite n'est associée à aucun autre minéral ou bien elle est accompagnée d'angelardite et d'huréaulite jaune.

VARISCITE



Orthorhombique : $mm = 114^\circ 6'$ (Chester).

Formes et facies. Les cristaux sont rares et constitués par de petites lamelles : p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), allongées suivant l'axe vertical. Le plus souvent, la variscite forme des concrétions fibreuses, des sphérolites ou des masses compactes. L'examen des propriétés optiques montre que souvent (Messbach, Guyane) les sphérolites sont allongés suivant l'axe a .

Dureté. 4.

Densité. La densité atteint 2,56 dans les variétés pures, mais elle est généralement plus faible, à cause de la structure du minéral ; il est facile de s'en assurer en laissant longtemps dans l'iodure de méthylène additionné d'éther des échantillons qui, possédant au début une densité apparente de 2,47, ne tardent pas à tomber au fond du liquide sur lequel ils flottaient tout d'abord ; 2,50 à 2,52 (*callaïs*).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune, vert-émeraude ou vert bleuâtre. Translucide à opaque ; transparente en lames minces.

Éclat vitreux, brillant dans les cristaux ; plus ou moins mat dans les variétés compactes.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) ; bissectrice aiguë *négative* (n_p), perpendiculaire à h^1 (100). Dispersion nette $\rho > v$.

$N = 1,579$ (Na) Utah ; 1,576 (*callaïs*).

Quand la densité diminue par suite d'altération, la réfringence diminue aussi [$N = 1,5684$ (Tumiatic)]. La biréfringence est un peu plus élevée que celle du quartz et augmente quand le minéral renferme du fer.

$2 E = 96^\circ$ environ.

L'allongement des fibres a lieu suivant n_g ou suivant n_p .

Composition chimique. La formule $AlPO_4 + 2H_2O$ ou $Al_2O_3 P_2O_5 + 4H_2O$, correspond à la composition *a*).

Je rapporte à la variscite la *callaïs*, à laquelle M. Damour attribuait la formule $AlPO_4 + 2,5H_2O$ ou $Al_2O_3 P_2O_5 + 5H_2O$, correspondant à la composition théorique *b*). On verra plus loin que ce minéral, comme plusieurs des échantillons de variscite compacts ou fibreux, dont l'analyse est donnée ci-contre, renferme une petite quantité d'hydrate d'aluminium [$Al(OH)_3$], en plus de la formule adoptée ici : cet excès résulte sans doute d'un commencement de décomposition ou d'un mélange avec des produits colloïdes.

Analyses de la variscite :

c) de l'îlot du Connétable (*Guyane*), par M. Pisani ;

d) de l'îlot de la Perle (*Martinique*), par M. Arsandaux.

de la variété *callaïs* : *e*) de Mané-cr-H'roek, par Damour ;

f) de Tumiatic (*Morbihan*) ;

g) et *h*) d'Encantada [*Espagne*] ; ces trois dernières par M. Pisani.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>
P ₂ O ₅	44,9	42,6	41,50	41,2	42,58	43,20	45,10	41,50
Al ₂ O ₃	32,3	30,5	30,08	} 34,25	29,57	30,90	30,70	34,80
Fe ₂ O ₃	»	»	3,42		1,82	1,06	1,06	1,74
Cr ₂ O ₃	»	»	»	»	tr.	0,16	0,40	»
CaO	»	»	0,80	»	0,70	»	»	»
H ₂ O	22,8	26,9	24,50	24,5	23,62	23,00	23,30	23,23 ¹
insol.	»	»	»	»	2,10	1,11	»	»
	100,0	100,0	100,30	99,9	100,39	99,43	100,56	101,27

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau ; décrépité, devient opaque et colorée s'il existe du fer ; le minéral est alors

1. L'eau part aux températures suivantes : à 115° 18% ; à 150° 4,07 ; au rouge 1,16.

très friable. Infusible au chalumeau. Difficilement attaquée par les acides, mais devient très facilement attaquable après calcination.

Altérations. La variscite en s'altérant, ce qui a lieu notamment pour les perles de *callaïs*, devient terné, poreuse : elle blanchit, quand elle était originellement colorée en vert ; en même temps, sa densité diminue. On vient de voir par les analyses données plus haut qu'elle perd alors de l'anhydride phosphorique, de telle sorte qu'il apparaît un excès d'hydrate d'aluminium $[Al(OH^3)]$.

Diagnostic. La différence de densité, de biréfringence, permet de distinguer la variscite de la wavellite. Les variétés colorées ne peuvent être confondues avec la turquoise, à cause de leur coloration verte et de l'absence du cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de variscite actuellement connus consistent en veines traversant des roches schisteuses ; ceux qui vont être décrits se trouvent dans des conditions très particulières.

1° *Formation aux dépens de roches silicatées alumineuses sous des actions physiologiques (variscitisation).*

Il est possible de montrer que dans les gisements dont j'ai personnellement étudié les produits, c'est la variscite qui constitue l'élément cristallisé des roches silicatées alumineuses, transformées en phosphate d'aluminium, sous l'action chimique des sels solubles du guano.

Ce phénomène n'a guère été observé jusqu'ici que sur les îlots de la région tropicale comprise entre l'Équateur et le 17° de latitude N. Ces îlots dénudés, dépourvus de terre végétale et battus par la mer, servent de refuge à d'innombrables oiseaux, qui les couvrent de leurs déjections, cause déterminante de la production du phosphate d'aluminium par un mécanisme analogue à celui qui est étudié au paragraphe de la *minervite*, c'est-à-dire, par l'action du phosphate biammoniacal (consécutive à des phénomènes microbiens) sur les silicates alumineux des roches (Lx. C. R. CLIII. 661. 1906). Il est frappant de voir avec quelle intensité sont décomposés dans ces conditions des silicates, (l'orthose par exemple), fort résistants aux agents chimiques des laboratoires. Le phénomène consiste en élimination de la silice, des alcalis, de la chaux, de la magnésie, etc. ; il n'y a pas de différence entre le

produit néogène ultime de l'altération des roches les plus diverses et l'on peut, à cet égard, comparer cette transformation à la latéritisation.

La comparaison des analyses données plus haut et du résultat de l'examen optique des échantillons correspondants, montre que plus le produit néogène est cristallin et plus il se rapproche de la composition de la variscite ; quand il renferme un résidu amorphe, il présente toujours un excès d'hydrate d'aluminium sur la composition théorique. Je propose de désigner ce mode de transformation sous le nom de *variscitisation*. J'ai employé dans des notes antérieures, alors que je n'avais pu encore isoler ce produit cristallisé, le terme de *redondite*, qui a été proposé par Shepard (*Amer. J. of Sc.* XLVIII. 428. 1869) pour désigner un phosphate d'aluminium du guano de l'île de Redonda [Antilles] qu'il considérait comme un minéral distinct, mais qui en réalité est hétérogène. On pourrait conserver ce terme pour désigner les roches phosphatées, dans lesquelles la proportion de variscite cristallisée n'est pas suffisante pour qu'on puisse leur donner le nom du minéral pur, et notamment pour le cas dans lequel le phosphate d'aluminium reste en totalité ou en partie à l'état amorphe.

Antilles. — *Martinique.* J'ai constaté que la brèche andésitique, qui constitue l'îlot de la Perle au N.-O. de l'île, est recouverte d'une carapace phosphatée concrétionnée, de couleur brune, qui rappelle l'aspect d'une opale impure. (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* 1904 et *B. S. M.* XXVIII. 13. 1905).

L'examen microscopique permet de suivre les progrès de la phosphatisation de l'andésite. On reconnaît encore la structure originelle de la roche et notamment la forme des phénocristaux de plagioclases et d'hypersthène transformés en un phosphate amorphe limpide. La magnétite a disparu. La variscite, à allongement négatif, se concentre souvent à la périphérie des phénocristaux, sur lesquels elle se concrétionne ; elle imprègne aussi toute la roche. Je dois à M. Dublancq-Laborde des échantillons analogues, provenant d'une grotte de l'îlot du Diamant ; il se trouve parmi eux une stalactite, à structure concentrique, dans laquelle le phosphate d'aluminium, amorphe ou cristallisé, englobe non seulement des débris de la dacite du sol, mais encore des fragments végétaux à structure conservée.

Clipperton. — M. H. Teall a décrit (*Quaterl. J. geol. Soc. London.* LIV. 240. 1898) un phosphate identique à celui de la Mar-

inique, formé à la surface des trachytes de l'atoll Clipperton, dans le Pacifique du Nord. Le mécanisme de la transformation ne diffère pas de celui qui vient d'être décrit. La composition chimique d'un échantillon brut est la suivante : P_2O_5 38,50 ; Al_2O_3 25,90 ; Fe_2O_3 7,90 ; H_2O 23,00 = 99,80. On voit ici encore l'existence d'un excès d'aluminium ; l'examen des échantillons qu'a bien voulu me communiquer M. Teall montre leur richesse en produits amorphes.

Guyane. — Le même phénomène s'est produit sur l'îlot entière-

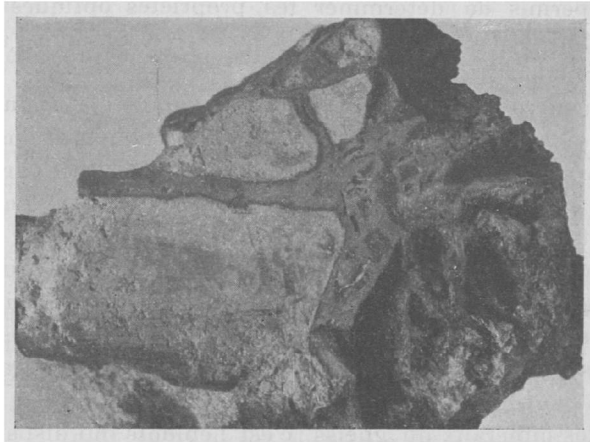


Fig. 1.

Apophyses d'un filonnet de variscite dans le gneiss à épidote de l'îlot du Connétable
(Photographie grandeur naturelle.)

ment dénudé du Connétable, situé sur la côte de la Guyane, au large de l'embouchure de l'Approuague, mais dans ce gisement, la quantité du phosphate d'aluminium est tellement grande que, depuis une trentaine d'années, celui-ci fait l'objet d'une active exploitation. Je dois les renseignements suivants, accompagnés de très nombreux échantillons, à un voyageur du Muséum, M. Geay.

Le rocher du Connétable (le grand Connétable), à pic du côté ouest, a environ 50 m. de hauteur ; il est constitué par des gneiss, plus ou moins amphiboliques, traversés par des filons de quartz et de diabase ; tous les éléments de ces roches, à l'exception du quartz bien entendu, sont profondément altérés et des échantillons intacts ne peuvent guère être recueillis qu'à la base du rocher. Partout ailleurs, les roches sont

recouvertes d'une carapace de roche phosphatée, caverneuse, blanche ou jaune, généralement rougeâtre aux affleurements ; celle-ci cimente localement des fragments de gneiss et de diabase ; elle ressemble à du silex.

Cette même roche phosphatée constitue dans le substratum, des veines ramifiées (fig. 1), mesurant jusqu'à 2 m. d'épaisseur, dans lesquelles le phosphate est particulièrement pur ; il est blanc ou verdâtre, localement translucide et ses cavités sont garnies de concrétions mamelonnées, qui rappellent celles de la calcédoine ; ce sont celles qui m'ont permis de déterminer les propriétés optiques (fibres à allongement négatif) et de recueillir la matière pure, dont l'analyse est donnée en c.

L'examen microscopique montre que fréquemment le produit est holocristallin ; la coloration rouge est due à des inclusions d'hématite ; mais le plus souvent les échantillons sont constitués par des sphérolites ou des granulations cristallines, mélangés à des produits amorphes et la cristallinité ne s'accuse que sur les bords de cavités que tapissent des croûtes fibreuses ; celles-ci sont constituées parfois par des pinceaux coniques semblables à ceux qui sont figurés plus loin dans la description de quercyite. Par contre, dans les gneiss ou les diabases imprégnés de phosphate, il est fréquent de rencontrer de la matière amorphe.

De tous les minéraux du gneiss, c'est l'épidote qui disparaît la dernière ; parfois elle se rencontre seule au milieu de la variscite.

M. Ad. Carnot a donné (*A. M. X.* 167. 1896) l'analyse suivante d'un échantillon de minerai brut (P_2O_5 34,88 ; Al_2O_3 28,60 ; Fe_2O_3 9,00 ; CaO 0,80 ; MgO 0,15 ; H_2O 24,00 ; insol. 2,00 = 99,43), qui met en évidence un excès d'hydrate d'aluminium, bien supérieur à celui de l'analyse c, faite sur une matière purifiée autant que possible par les liqueurs denses.

La barrandite, décrite plus loin, est un accident au milieu de la variscite.

Les récifs du Petit Connétable, qui ne découvrent qu'à basse mer, renfermeraient, d'après M. Geay, les mêmes produits phosphatés que le Grand Connétable, mais je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce gisement.

2° *En perles dans les monuments mégalitiques.*

Bretagne. — *Morbihan.* L'attention des archéologues est depuis

longtemps attirée par des pendeloques et des grains d'enfilage d'un vert-pomme à un vert-émeraude, quelquefois marbrés de blanc, translucides quand la substance est intacte, blanchissant et devenant opaques par altération. Elles ont été tout d'abord attribuées à de la turquoise.

Ces objets ont été rencontrés dans les dolmens du *Morbihan* et notamment à Mané-er-H'roeck en Lockmariaquer, à la Trinité-sur-mer, à Kériaval, au Mont-Saint-Michel, à Tumiach en Arzon, à Moutiers, à Carnac et à Kercado. Une perle a été trouvée à la Motte-Sainte-Marie (*Loire-Inférieure*).

On connaît d'autre part quelques grains de cette substance provenant de sépultures préhistoriques de la *Marne*, de l'*Aveyron*, de la *Lozère*, de la *Charente* (La Motte de La Garde à Luxé).

Des trouvailles plus nombreuses ont été faites en Provence, à l'allée couverte du Castellet près Arles (*Bouches-du-Rhône*), au plateau d'Ossun (*Hautes-Pyrénées*) et enfin en [*Espagne*] et en [*Portugal*].

D'âge néolithique en Bretagne, ces perles se rencontrent dans le midi de la France et dans la péninsule ibérique dans des sépultures de l'âge du bronze (Déchelette. *Archéol. préhist.* 619. 1908).

M. Damour a publié autrefois (*C. R.* LIX. 936. 1864) l'analyse *e*), qui le conduisit à considérer le minéral comme une espèce nouvelle, à laquelle il donna le nom de *callaïs* et à laquelle il attribua la formule $AlPO_4 + 2,5 H_2O$. Celle-ci est si rapprochée de la formule de la variscite, qu'il m'a paru utile de reprendre l'étude de ce minéral extrêmement rare, dont j'ai pu obtenir quelques fragments, grâce à la générosité de la Société polymathique du Morbihan, qui possède dans son musée de Vannes la presque totalité des perles trouvées en Bretagne, et de M. Luis Siret, qui m'a documenté sur le minéral provenant du Sud de l'Espagne.

L'étude microscopique seule n'est pas d'un grand secours. En lames minces, la *callaïs* se montre homogène, mais constituée par des plages trop enchevêtrées pour qu'il soit possible d'en déterminer les propriétés optiques. L'indice moyen, mesuré par la méthode de la réflexion totale, oscille autour de 1,576, valeur qui est très voisine de celle de la variscite.

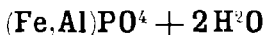
L'examen de la densité, de l'indice de réfraction et de la composition chimique me conduisent à admettre l'identité de la *callaïs* et de la variscite. Les différences de composition chimique avec la formule théorique consistent, comme dans les cas précédents, dans l'existence

d'un excès variable d'hydrate d'aluminium, qui, ici, est évidemment dû aux altérations atmosphériques, subies par les perles pendant leur enfouissement dans les dolmens : on peut constater, en effet, que cet excès est d'autant plus grand que les perles sont plus ternes et plus poreuses.

Le problème qui se pose pour les archéologues, aussi bien que pour les minéralogistes, est de savoir d'où provient le minéral ayant servi à faire ces objets ; faut-il le chercher sur place ou au contraire, y voir un apport dû à un commerce avec des régions plus ou moins lointaines ? L'identité de nature des perles recueillies dans tous les gisements précités de la Bretagne et de l'Espagne, plaide en faveur d'une communauté d'origine.

L'association de la turquoise à la cassitérite dans les filons de Montebbras et l'existence de gisements d'étain en Bretagne, rapprochées de l'association d'objets de bronze à des grains de callaïs, ont fait penser à M. Luis Siret que la callaïs provient de gisements stannifères. Il faut reconnaître que cette séduisante hypothèse ne peut être appuyée par des arguments minéralogiques. On vient de voir en effet que la callaïs est fort différente de la turquoise de Montebbras. Elle ne renferme aucune inclusion de minéral étranger permettant d'éclairer sa genèse ; s'il n'est pas impossible qu'elle provienne de gisements stannifères (v. *barrandite*), rien ne prouve qu'elle ait une semblable origine. Aussi, par analogie avec les gisements connus de variscite (d'origine non organique bien entendu), est-il plus sage de supposer que ce minéral provient de veinules traversant les roches schisteuses de l'un ou de l'autre des pays cités plus haut, mais ces gisements restent à découvrir.

BARRANDITE



Orthorhombique.

Formes et facies. La barrandite ne se trouve qu'en concrétions fibreuses ou en sphérolites, agglomérés parfois en masses compactes.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,58 à 2,60 (Le Connétable).

Coloration et éclat. Grise, jaune, brune, rouge, bleuâtre, verte. Poussière blanche à jaune. Translucide ou opaque.

Éclat vitreux et gras.

Propriétés optiques. Les fibres possèdent les mêmes propriétés optiques que celles de variscite allongées suivant l'axe vertical, c'est-à-dire qu'elles ont un allongement positif, mais la bissectrice aiguë est *positive* (n_g); les axes optiques sont assez rapprochés. La biréfringence atteint 0,15 à 0,017.

$$N = 1,57 \text{ à } 1,58$$

Composition chimique. La formule donnée ci-contre est celle d'une variscite ferrifère; les proportions relatives du fer et de l'aluminium sont très variables.

Dans la barrandite du gisement originel (Cerhovic en Bohême), le rapport des deux oxydes est de 4 : 3, tandis que dans l'analyse ci-contre, due à M. Pisani, de la barrandite de l'îlot du Connétable, il est d'environ 5 : 2.

La barrandite, comme la variscite, présente parfois et c'est le cas dans l'analyse ci-jointe, un petit excès d'hydrates sur la composition théorique.

P ² O ⁵	37,6
Fe ² O ³	33,6
Al ² O ³	8,0
H ² O	24,6
	100,8

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme pour la variscite, mais avec prédominance des réactions du fer.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la barrandite sont analogues à ceux de la variscite, mais jusqu'à présent, ce minéral n'était connu que dans une seule localité de Bohême.

Plateau Central. — *Creuse.* Je rapporte avec réserve à la barrandite un échantillon, que j'ai recueilli jadis à Montebas en Soumans; il consiste en quartz, englobant de l'amblygonite et de grandes lames de muscovite. Quelques cavités représentent la place d'un minéral disparu; elles sont çà et là tapissées de petits mamelons d'un minéral vert-pomme, implantés soit sur le quartz, soit sur la muscovite. Ces mamelons ont une surface brillante, une structure fibro-

lamellaire; ils sont translucides et recouverts parfois de petites aiguilles de wavellite. Les propriétés optiques sont celles de la barrandite, sauf que l'indice moyen $< 1,66$ et la densité 2,99, sont trop forts, mais ils sont sans doute influencés par l'abondance d'inclusions microscopiques de dufrénite, que je n'ai pu séparer. Il est à noter d'ailleurs, que la barrandite de Cerhovic est parfois aussi associée à la dufrénite.

Guyane. — Dans la collection de roches phosphatées de l'îlot du Connétable, dont il a été question page 483, j'ai rencontré un échantillon bréchiforme, constitué par des fragments anguleux, d'un brun-chocolat, à éclat vitreux très éclatant, ressemblant à de l'opale résinite : ces fragments sont cimentés par de la variscite blanchâtre. L'analyse donnée plus haut, faite sur ce minéral brun, montre qu'il est constitué par de la barrandite, dont il possède les propriétés optiques (fibres positives). En lames minces, le minéral n'est que partiellement jaune ; cette coloration paraît due à une légère teinture ferrugineuse.

LISKEARDITE



Monoclinique.

Facies. La liskeardite se rencontre sous forme de concrétions ou de croûtes cristallines, hérissées de pointements, et parfois sous forme de sphérolites.

Clivages. Clivage très facile suivant $g^1(010)$.

Dureté. 4 environ.

Densité. 3,011 (Mine de la Garonne).

Coloration et éclat. Blanc verdâtre à vert sale clair. Translucide ou transparente.

Éclat vitreux, nacré sur le clivage facile.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë négative (n_p perpendiculaire à $g^1(010)$). La trace du plan des axes optiques (n_g) fait dans $g^1(010)$ un angle d'environ 70° avec une face courbe, que l'on peut prendre pour $p(001)$ et qui s'observe à la surface des croûtes de la mine de la Garonne. $2E = 115^\circ$ environ.

Composition chimique. La composition chimique, correspondant à la formule $(Al,Fe)AsO^4 \cdot 2(Al,Fe)(OH)^3 + 5H^2O$ ou $3(Al,Fe)^2O^3As^2O^5 + 16H^2O$ est la suivante, quand on admet le rapport Fe : As, réalisé dans le seul échantillon du Cornwall qui ait été analysé.

P ² O ⁵	27,4
Al ² O ³	30,9
Fe ² O ³	8,4
H ² O.....	33,9
	<hr/>
	100,0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Infusible au chalumeau ; donne avec la solution de cobalt la coloration bleue de l'alumine. A peine attaquée par l'acide azotique, très attaquable après calcination. Chauffée au feu de réduction, dans une perle de sel de phosphore après addition d'étain, donne un voile noir d'arsenic métallique et des fumées arsenicales.

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques et particulièrement celles de l'arsenic avec le sel de phosphore permettent aisément de distinguer la liskeardite de la calamine, avec laquelle elle offre parfois (Mine de la Garonne) une grande analogie de caractères extérieurs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

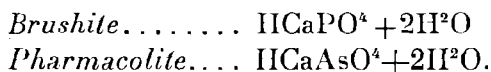
Maures. — *Var.* La liskeardite n'était jusqu'à présent connue que dans les filons métallifères de Liskeard [Cornwall], où elle forme de petites croûtes cristallines sur une gangue de quartz à aspect carié, riche en sulfures et sulfoarséniures.

Je l'ai découverte (*B.S.M.* XXIV. 56. 1901) parmi une série de minéraux de la mine de la Garonne. Elle forme à la surface du conglomérat quartzifère un enduit blanc verdâtre, hérissé de facettes cristallines. Il n'existe pas d'autre minéral sur l'échantillon unique qui m'a servi à déterminer toutes les propriétés données plus haut. Il est probable que cette substance est identique à la liskeardite du Cornwall ; toutefois, l'échantillon de ce dernier gisement que j'ai examiné est très sphérolitique et il n'est pas certain que le plan des axes optiques y soit aussi oblique sur l'axe vertical que dans le minéral de la mine de la Garonne.

SELS ACIDES

GROUPE DE LA BRUSHITE

Ce groupe comprend les deux minéraux monocliniques isomorphes suivants :



Ce sont les synthèses, effectuées par M. Dufet pour la pharmacolite et par M. de Schulten pour la brushite, qui ont permis d'établir définitivement la formule de ces deux minéraux.

L'analyse de beaucoup d'échantillons naturels de brushite donne moins d'eau que n'en exige cette formule et se rapproche de la composition d'un hydrate à 1,5 H²O (22,1 % d'eau); M. Julien a proposé de les considérer comme constituant une espèce distincte, la *méta-brushite*.

J'ai montré (*B.S.M.* XX. 112. 1897) que tous les cristaux de brushite que j'ai pu étudier ont non pas la densité 2,208, attribuée à la brushite, mais une densité de 2,30 à 2,32, qui est celle indiquée pour la métabrushite; en outre, les propriétés optiques de tous ces minéraux sont identiques. J'ai donc émis l'opinion qu'il n'y a en réalité qu'une seule et même espèce, la brushite. M. A. de Schulten a reproduit celle-ci (*B.S.M.* XXVI. 11. 1903) et montré que la densité du produit synthétique est bien de 2,317; ses propriétés optiques sont semblables à celles du minéral naturel. Il est donc certain que la métabrushite n'existe pas, d'autant plus qu'en variant les conditions d'expérience, M. de Schulten n'a pu obtenir aucun autre hydrate et qu'à partir de +50°C., il a vu se former de la monétite (HCaPO⁴); or, le mode de gisement des phosphates bicalciques naturels montre qu'ils n'ont pu se produire qu'à basse température. Il est assez vraisemblable que les analyses des soi-disant métabrushites ont été faites sur de la brushite en partie déshydratée.

Inversement, la plupart des analyses de pharmacolite donnent trop d'eau (24% au lieu de 20), ce qui est sans doute dû à un commence-

ment d'altération. Là encore, le produit synthétique possède exactement les mêmes propriétés cristallographiques et optiques que le minéral naturel et par suite, c'est sa composition chimique, qui doit être considérée comme représentant celle de l'espèce.

BRUSHITE
 $\text{HCaPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Monoclinique : $mm = 116^\circ 26'$.

$b : h : c = 1000 : 289,97 \quad D = 849,15 \quad d = 528,22$

Angle plan de $p = 116^\circ 13' 40''$

— $m = 92^\circ 45' 55''$

[$a : b : c = 0,6221 : 1 : 0,3415$ (J. D. Dana).]
 $zx = 84^\circ 45'$

Formes observées. $p(001)$; $g^1(010)$, $h^2(310)$; $a^{1/3}(\bar{3}01)$ (clivage); $e^1(011)$; $x = (d^1 h^1 g^1)(341)$.

Les angles suivants ont été mesurés par M. de Schulten sur les cristaux de Solutré.

	Angles		Angles				Angles
	calculés	mesurés.	calculés	mesurés.				calculés.
mm	116°26'				h^1 : Arête	xx	150°11'
$h^2 h^2$	136°40'		$e^1 e^1$	142°26' 142°29'	p : —	xx	125° 4'
$h^2 g^1$	101°40'	101°40'	$e^1 g^1$	108°47' 108°47'			
ph^1	95°13'	95°13'					
$pa^{1/3}$	117°23'	117° env.	xg^1	124°11' 123°55'			

Facies. Les cristaux rappellent ceux du gypse; ils sont aplatis suivant $g^1(010)$; les faces $e^1(011)$ sont un peu courbes; parfois, comme dans la figure 1, e^1 et h^2 ne sont représentés que par une seule face.

Le minéral se présente aussi sous forme de poudre à apparence terreuse, dont la cristallinité ne peut être mise en évidence que par l'examen microscopique.

Clivages. Clivages parfaits suivant $g^1(010)$ et suivant $a^{1/3}(\bar{3}01)$.

Densité. 2,30 à 2,32, 2,317 (minéral artificiel) (de Schulten) 2,31 (Paris).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou chamois clair dans les variétés pulvérulentes. Éclat vitreux et un peu nacré sur g^1 .

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse

positive (\mathbf{n}_g) perpendiculaires à $g^1(010)$; dans $g^1(010)$, la bissectrice aiguë *négative* (\mathbf{n}_p) fait avec la trace de $p(001)$ un angle de 21° à 23° dans l'angle obtus de $ph^1(001)(100)$.

$$2V = 81^\circ \text{ Paris} \quad 87^\circ \text{ Solutré (Na)}$$

$$\mathbf{n}_m = 1,545 \text{ environ}$$

Composition chimique. La formule $\text{CaHPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ correspond à la composition *a*.

b) Analyse de la brushite de Solutré par M. de Schulten.

c) et *d*) de la brushite de la Grotte de Minerve par M. A. Gautier. (*A. M. V.* 29.1894) déduction faite de diverses impuretés ($\text{CO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$, etc.)

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
P^2O_5	41,28	41,3	43,15	42,85
CaO	32,55	32,9	34,16	33,99
H^2O	26,17	25,8	22,57	23,15
	100,00	100,0	99,88	99,99

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et blanchit. Au chalumeau, fond en se gonflant et en colorant la flamme en vert; le résidu de la fusion est cristallin.

Très soluble dans les acides.

Altérations. J'ai pu constater que lorsqu'on chauffe dans le baume du Canada une lame transparente de brushite, on la voit se troubler et se transformer en plages biréfringentes de monétite.

J'ai rencontré des pseudomorphoses de brushite en *quercyite* parmi les produits de plusieurs gisements de phosphorites du Querey.

Diagnostic. Voir à pharmacolite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brushite est un minéral des gisements du guano. Elle a été trouvée en France dans une série de conditions intéressantes, elle y a toujours une origine organique. La genèse peut y être expliquée soit par les réactions indiquées plus loin au sujet de la Grotte de Minerve, soit par l'action de l'anhydride carbonique, jouant le rôle de convoyeur mis en évidence par les travaux de M. Barillé (*C. R.* CXXXVII 566. 1903 et CXLVIII. 344. 1909). J'ai à la signaler :

- 1° Dans des cavernes;
- 2° dans des poches à phosphorite;
- 3° dans des ossuaires préhistoriques;
- 4° dans des cercueils de plomb clos.

1° Dans des cavernes.

Cévennes. — *Hérault*. M. Armand Gautier a décrit (*op. cit.*) un important gisement de brushite, se trouvant dans la Grotte de Minerve ou de la Coquille, au hameau de Fauzan (bords de la rivière de la Cesse). Le minéral se présente (dans les Galeries des Tribunes et de la Tête de Cheval), sous forme d'une matière pulvérulente, d'une couleur chamois clair ou blanchâtre, ou bien en blocs friables, dont le centre est constitué par un noyau de calcaire intact. Le même minéral encroûte des parois calcaires, aux dépens desquelles il s'est produit. Le type le plus pur constitue une poudre cristalline blanchâtre, impalpable.

M. Armand Gautier considère cette brushite comme formée par l'action sur le calcaire du phosphate d'ammoniaque résultant de la destruction bactérienne des dépouilles d'animaux, dont les ossements se trouvent en abondance dans la même caverne. Il se formerait dans ces conditions un mélange de phosphate tricalcique et de phosphate bicalcique de calcium ; celui-ci, plus soluble que le premier, est souvent dissous et va plus loin se précipiter sous forme de phosphate tricalcique au contact d'une nouvelle paroi rocheuse. Le traitement des croûtes phosphatées recouvrant les murs calcaires de la grotte par le citrate d'ammoniaque ammoniacal permet d'y distinguer la brushite et de mettre ensuite en évidence le phosphate tricalcique : on verra plus loin aux articles *dahllite* et *francolite* qu'en réalité celui-ci entre dans des combinaisons plus complexes.

La brushite de Minerve est associée à la minervite.

Algérie. — *Oran*. M. Pallary a donné au Muséum des échantillons de brushite, provenant de la grotte de Sebdou. Ce minéral y a été exploité comme guano.

2° Dans les ossuaires préhistoriques.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Au cours de fouilles, faites au Cros-du-Charnier, dans la célèbre station préhistorique de Solutré, l'abbé Ducrot a découvert, dans une sépulture, des tibias humains, recouverts de petites paillettes d'un minéral nacré dans lequel M. Gonnard a reconnu un phosphate de calcium (*B. S. M.* XII. 464 1888), que j'ai assimilé à la brushite (*B. S. M.* XX. 112. 1897).

Les lames ne dépassent guère 1 mm. 3 de plus grande dimension dans leur face d'aplatissement g^1 et 0 mm. 13 d'épaisseur. Leur forme est représentée par la fig. 1 ; il n'existe qu'une face h^2 et une face e^1 ; la pyramide x (341) connue, dans la brushite synthétique, n'avait pas été encore rencontrée dans la nature. Elles sont incolores et transparentes ou encore d'un blanc laiteux ; elles renferment parfois des inclusions distribuées parallèlement à $a^1/3$ ($\bar{3}01$), (analyse b).

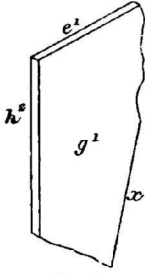


Fig. 1.

Brushite de Solutré.

3° Dans des cercueils clos.

Bassin de Paris. — Seine. J'ai décrit, il y a quelques années (*B. S. M.* XX. 112. 1897), un curieux gisement de brushite, mis à découvert par des travaux de voirie exécutés à Paris [rue de Béarn, sur l'emplacement de l'église de l'ancien couvent des Minimes (dit

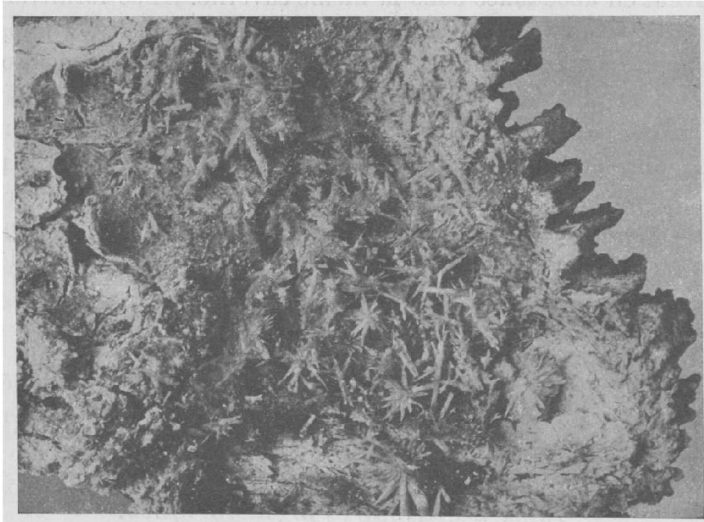


Fig. 2.

Cristaux de brushite implantés sur la paroi interne d'un crâne humain trouvé à Paris.
(Photographie un peu agrandie.)

de la place Royale)]. Deux cercueils de plomb y ont été trouvés ; ils datent de l'an 1630. Dans l'un d'eux, le squelette était recouvert de cristaux de brushite ; ceux-ci étaient surtout abondants dans le crâne transformé en géode, mais existaient aussi à la surface des os longs.

Les cristaux aciculaires atteignent parfois 8 mm. de plus grande dimension ; ils se groupent parfois en rosettes (fig. 2).

Leur disposition dans le crâne est assez régulière. On sait que la paroi crânienne comprend trois assises : l'externe et l'interne sont d'un tissu serré, la médiane (diploé) au contraire est formée par de larges cellules ; c'est surtout dans celles-ci que se sont développés les cristaux, qui abondent aussi dans la cavité crânienne elle-même ; sur la figure 2, représentant une portion de l'intérieur de ce crâne, on voit l'assise interne fissurée et ouverte.

La réaction, qui a donné naissance à ces cristaux, est probablement analogue à celle dont il vient d'être question à propos du gisement de Minerve, mais ici le cadavre, maintenu en vase clos, a fourni lui-même tous les éléments nécessaires à la formation de la brushite. Il semble que la matière cérébrale ait dû jouer un rôle important dans la réaction, puisque les cristaux sont surtout abondants dans la boîte crânienne (dans l'un des cadavres, qui était celui d'une femme, on n'en a même trouvé guère que là, sous les longs cheveux encore intacts) ; leur présence paraît, dans ce dernier cas, liée à des fêlures du crâne ayant permis un suintement extérieur.

C'est certainement aussi à la brushite, qu'il faut rapporter de petits cristaux lamelleux, à aspect de gypse, constitués par du « phosphate acide de chaux avec un peu de magnésie », que Fourcroy et Vauquelin ont observés (*A. C. P.* LXIV. 190. 1807) à l'intérieur d'ossements fragiles de couleur pourpre, découverts au début du siècle dernier dans un tombeau du XI^e siècle de l'église Sainte-Geneviève, à Paris.

Aisne. Il en est de même pour des cristaux rencontrés dans un tombeau d'un monastère de Laon (attribué au XV^e siècle), et présentés en 1835 à la Société de Pharmacie de Paris par Pelouze (*J. Pharm.* XXI. 612. 1835).

Bourgogne. — *Saône-et-Loire.* C'est probablement aussi au même minéral que se rapportaient des lames cristallines observées par mon grand-père à la surface des os d'un ancien évêque de Mâcon, dont le tombeau, datant du XIII^e siècle, a été trouvé jadis lors des fouilles faites pour la construction des Halles sur l'emplacement de l'église du vieux Saint-Vincent.

Normandie. — *Calvados.* De petits cristaux nacrés du même genre, ont été trouvés sur des débris humains renfermés dans un

cercueil de pierre gallo-romain à Blainville près Caen, dans un vieux tombeau de l'église de la Trinité à Caen (Girardin et Pleissier, *Mém. Acad. Rouen.* 1842. 58). Il n'est guère douteux qu'ils n'aient été constitués par de la brushite.

4° *Dans les poches à phosphorites.*

Quercy. — *Lot et Tarn-et-Garonne.* J'ai rencontré dans plusieurs gisements de phosphorites [Caylus (*Tarn-et-Garonne*), environs de

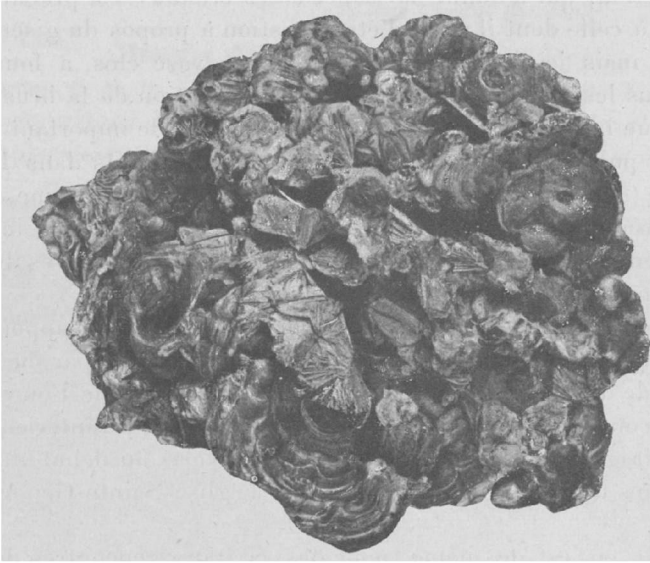


Fig. 3.

Pseudomorphoses de cristaux de brushite implantées sur concrétions de dahllite de Caylus.
(*Photographie réduite au tiers environ.*)

Limogne (*Lot*)], des pseudomorphoses de cristaux de brushite paraissant être les plus gros cristaux de cette espèce, qui aient été observés jusqu'à présent ; ils atteignent en effet 2 cm. de plus grande dimension. Ce sont toujours de grandes lames très aplaties, groupées en agrégats flabelliformes et implantées sur des rognons concrétionnés de colophanite, de quercyite ou de dahllite (fig. 3). Elles sont transformées en quercyite ; parfois elles sont en partie creuses et leurs cavités sont alors garnies par des mamelons de cette substance.

Un second type est constitué par d'anciens cristaux de brushite de même dimension, qui forment des croûtes continues de grande taille

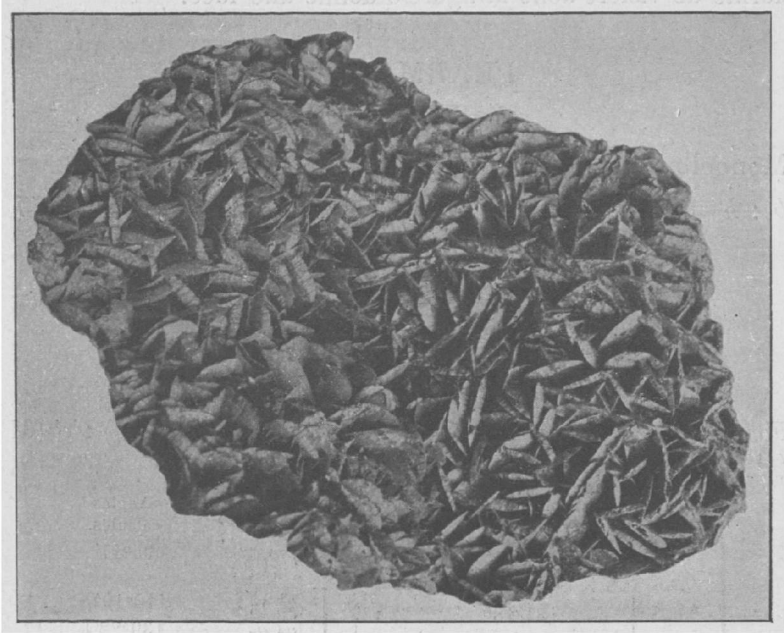


Fig. 4.
Pseudomorphoses de brushite. Cénevières. (Photographie grandeur naturelle.)

(fig. 4), implantées contre les parois des fentes à phosphorites ou tapissent de larges cavités au milieu de blocs de quercyite concrétionnée,

Le Muséum doit à M. de Vauzelle un magnifique échantillon de ce genre, mesurant 30 cm. \times 20. Il provient de Cénevières ; des échantillons analogues ont été trouvés dans d'autres gisements des environs de Limogne, notamment à Concots, puis à Devèze en Veylats (*Lot*) et, dans le *Tarn-et-Garonne*, à la Tour de Bonnal sur la route de Guillaumêt à Malperin.

Toutes ces pseudomorphoses possèdent la structure indiquée plus haut, mais la forme des cristaux de brushite est un peu différente. Ils ne sont pas

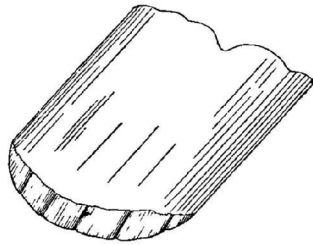
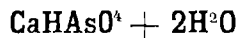


Fig. 5.
Forme des cristaux de la figure précédente.

toujours limités par une face de la zone ph^1 , mais par une pyramide courbe très voisine. Ils sont terminés en outre par une surface striée en forme de visière dont la figure 5 donne une idée.

PHARMACOLITE



Monoclinique : $mm = 117^\circ 24'$

$b : h = 1000 : 308,067$ (Dx) $D = 852,835$ $d = 522,177$

Angle plan de $p = 117^\circ 2'34''$

— $m = 93^\circ 31'50''$

$$\left[\begin{array}{l} a : b : c = 0,61229 : 1 : 0,35531 \\ \qquad \qquad \quad zx = 83^\circ 13' \end{array} \right]$$

Formes observées : p (001) ; m (110) ; g^1 (010), h^2 (310) ; e^1 (011) ; a_5 ($b^1 b^{1/5} h^1$) ($\bar{3}21$).

	Angles calculés.		Angles calculés.
$\left[\begin{array}{l} mm \\ h^2m \\ {}^*mg^1 \end{array} \right.$	$117^\circ 24'$	$\left[\begin{array}{l} {}^*pm \\ g^1 a_5 \\ a_5 a_5 \end{array} \right.$	$95^\circ 47'$
	$110^\circ 9'$		$110^\circ 19'$
	$121^\circ 18'$		$139^\circ 22'$
$\left[\begin{array}{l} pe^1 \\ {}^*g^1 e^1 \end{array} \right.$	$109^\circ 26'$		
	$109^\circ 26'$		

Facies. Les cristaux de pharmacolite sont très aplatis suivant g^1 (010) et généralement allongés suivant l'axe a ; les faces de la zone $p g^1$ sont striées parallèlement à ce même axe. Les cristaux nets sont rares ; le plus souvent, le minéral constitue de délicates aiguilles, quelquefois groupées en rosettes ; ils forment aussi des croûtes fibreuses à aspect botroïde ou stalactiforme, à fibres très serrées et à surface lisse.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait.

Durété. 2 à 2,5. Flexible en lames minces.

Densité. 2,64 à 2,73.

Coloration et éclat. Incolore, blanche ou grise. Transparente ou translucide. Poussière blanche.

Eclat vitreux, nacré sur le clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse (n_g) perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* (n_p) fait avec l'axe vertical un angle de $69^{\circ}5'$, dans l'angle aigu de ph^1 :

$$\begin{aligned} n_g &= 1,5937 \text{ (D) Dufet (cristaux artificiels)} \\ n_m &= 1,5892 \\ n_p &= 1,5822 \\ n_g - n_p &= 0,0112 \text{ d'où } 2V = 79^{\circ}24' \end{aligned}$$

Forte dispersion $\rho < v$.

Composition chimique. On a vu plus haut l'indication de la synthèse de la pharmacolite, effectuée par Dufet (*B. S. M.* XI. 187. 1888) et l'identité de toutes les propriétés physiques des cristaux artificiels avec celle des cristaux naturels, qui ne laisse aucun doute sur l'exactitude de la formule $\text{CaHAS O}^4 + 2\text{H}^2\text{O}$, correspondant à la composition *a*, bien que toutes les analyses faites sur le minéral naturel donnent une quantité d'eau supérieure, conduisant à un hydrate à $2,5 \text{ H}^2\text{O}$ (24 % de H^2O) et non à $2\text{H}^2\text{O}$. Les cristaux transparents étant rares, il est vraisemblable que la matière analysée a subi un commencement d'altération.

b) Analyse de la pharmacolite botroyde de Sainte-Marie-aux-Mines, par Jannettaz (*B. S. M.* XI. 214. 1886).

	<i>a</i>	<i>b</i>
As ² O ⁵	53,3	50,54
P ² O ⁵	»	0,30
CaO.....	23,9	23,90
MgO.....	»	0,50
FeO.....	»	0,35
H ² O.....	20,8	23,80
SiO ²	»	0,70
	100,0	100,09

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et devient opaque. Au chalumeau, fond en gonflant en un émail blanc ; colore la flamme en bleu clair (As). Sur le charbon, donne des fumées arsénicales. Le minéral après calcination fournit une réaction alcaline. Très soluble dans les acides.

Altérations. J'ai déshydraté la pharmacolite par le même procédé

et avec les mêmes résultats que pour la brushite ; ce mode d'altération est inconnu dans la nature¹.

Diagnostic. La pharmacolite se distingue par la réaction de l'arsenic des carbonates et du sulfate de calcium (gypse), ayant parfois la même apparence. Elle se différencie de la brushite en ce qu'elle fournit la réaction de l'arsenic au lieu de celle du phosphore.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pharmacolite est le résultat de l'action des produits d'altération d'arséniures ou d'arséniosulfures sur leur gangue calcaire ; elle se trouve particulièrement dans des gisements cobaltifères, ce qui explique pourquoi elle est fréquemment colorée en rose par de l'érythrite.

Vosges. — [*Alsace*]. La pharmacolite a été trouvée à Sainte-Marie-aux-Mines sous deux formes : l'une constitue de petites aiguilles capillaires, soyeuses, souvent groupées autour d'un centre, dans lesquelles les formes nettes (fig. 1) sont rares, l'autre forme des masses concrétionnées ou botrydes à structure fibreuse très serrée et à surface lisse (analyse *b*). Les meilleurs échantillons ont été trouvés jadis dans la mine Saint-Jacques supérieure (Raenthal). La collection du Muséum en possède de très beaux spécimens.

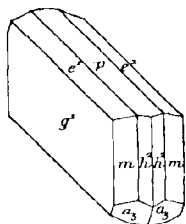
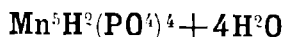


Fig. 1.
Pharmacolite.
Forme habituelle.

La pharmacolite est généralement implantée sur la calcite ou sur des schistes altérés qu'elle cimente ; la collection du Muséum possède cependant un échantillon dans lequel de petits mamelons de ce minéral reposent sur du quartz et sont associés à de l'argent natif.

1. Dans quelques gisements, on trouve associé à la pharmacolite un hydrate à une molécule d'eau, la *haidingerite* ; il n'est pas prouvé qu'il résulte de sa décomposition, car dans des essais de synthèse, M. de Schulten a produit simultanément les deux minéraux (*B. S. M.* XVI. 48. 1903). Le produit cristallisé, que j'ai obtenu en chauffant la pharmacolite, est une monétite arsénée n'existant pas dans la nature, mais faite synthétiquement par M. de Schulten.

HURÉAULITE



Monoclinique: $mm = 55^\circ 18'$

$$b : h = 1000 : 242,37 \quad D = 462,08 \quad d = 886,84$$

$$\text{Angle plan de } p = 55^\circ 2' 35''$$

$$- \quad m = 95^\circ 18' 45''$$

$$\left[a : b : c = 1,9192 : 1 : 0,5245 \text{ (Edw. S. Dana)} \right]$$

$$zx = 84^\circ 41'$$

Les constantes cristallographiques de l'uréaulite ont été déterminées pour la première fois d'une façon complète (A. M. LIII. 293. 1858) par Des Cloizeaux sur des cristaux de la Vilate: il y a distingué trois types, différant par leur couleur: cristaux violets, cristaux jaunes et cristaux roses. Les violets n'ont qu'une forme commune (m) avec les autres: comme ce sont eux qui lui avaient fourni les meilleures mesures, Des Cloizeaux s'en est servi pour calculer les paramètres, auxquels il a ensuite rapporté les formes constatées sur les cristaux jaunes et roses. L'uréaulite a été pendant longtemps connue uniquement dans le Limousin, mais, en 1880, M. Edw. S. Dana l'a retrouvée à Branchville (Connecticut), en cristaux du même type que les cristaux jaunes et roses de la Vilate (Am. J. Sc. XXIX. 207. 1890).

Je me suis demandé si les cristaux violets de la Vilate appartiennent bien à la même substance que les autres et j'ai examiné les nombreux échantillons d'uréaulite de la collection de Des Cloizeaux, comprenant non seulement ceux qu'il a étudiés, mais beaucoup d'échantillons qu'il avait réservés, la petitesse des cristaux ne lui permettant pas d'en tirer parti avec les procédés dont il disposait en 1858. J'ai retrouvé deux échantillons identifiables avec les figures données par mon savant maître pour les cristaux violets. Leur densité, prise par la méthode des liqueurs denses, les propriétés optiques sont très différentes de celles de la uréaulite et il n'est pas douteux que ces cristaux ne constituent une espèce distincte, que j'ai décrite plus haut sous le nom de *vilatéite*.

Quant à l'uréaulite, j'adopte la forme de Dana¹.

Formes observées. p (001); h^1 (100), m (110); $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$); $d^{1/2}$ (111), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$); $k = (b^{1/4} b^{1/6} h^1) (\bar{5}11)$; $a_4 = (d^{1/2} d^{1/3} g^{1/3}) (\bar{5}32)$.

Les angles mesurés sont ceux de Des Cloizeaux. Mais au lieu de donner seulement ceux qu'il a publiés (*op. cit.*), j'ai extrait de ses notes les valeurs extrêmes souvent très différentes qu'il a obtenues sur ces cristaux, qui sont presque toujours constitués par des groupements d'individus imparfaitement parallèles.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés
mm	55°48'		$h^1 b^{1/4}$	107°04'	107°30'
$^*mh^1$	117°39'	117° à 120°	$h^1 k$ ant.	41°40'	42°10'
$^*ph^1$	95°59'	96°32'	$h^1 k$ adj.	138°20'	137°15'
pa^3	174°46'		$h^1 a_4$	114°33'	
$pa^{1/4}$	129°41'	129°10'	$^*ma^{1/4}$	109° 6'	
a^3h^1	89°15'		$d^{1/2} d^{1/2}$ adj.	127°46'	129°
$a^{1/4} h^1$	134°50'	134°20'	$b^{1/4} b^{1/4}$ adj.	92°26'	93°30' à 96° 0'
$pd^{1/2}$	150°44'	150°35'	$a_4 a_4$ adj.	111°34'	
$md^{1/2}$	122°32'	124°13'	kk adj.	144° 2'	143° env.
pm ant.	92°46'	94°	$^*ab^{1/4}$	118°28'30"	114°10' à 118°45'
$pb^{1/4}$	128°43'	128°30' à 129°31'	$a_4 m$	107°45'30"	106°30' à 107°10'
$mb^{1/4}$	138°31'	137° a 139°50'	$b^{1/4} a_4$	169°17'	169°45'
pm post.	87°14'	86°45'	km adj.	128°20'	131°
pa_4	131°52'		$d^{1/2} b^{1/4}$ adj.	137°53'	138°20'
pk	120°30'	120°30'	$b^{1/4} a^{1/4}$	132°25'30"	134°45'
$h^1 d^{1/2}$ ant.	71°25'	71°10'	$b^{1/4} k$	145°12'	144°50' à 147°
$h^1 d^{1/2}$ adj.	108°35'	108°42'30'			

Facies des cristaux. Les figures 2 et 3 d'une part et la figure 4 d'une autre représentent les deux facies des cristaux d'uréaulite de la Vilate correspondant à des cristaux de couleur différente; ceux-ci sont fréquemment groupés en agrégats flabelliformes, rappelant ceux de la stilbite.

1. Voici la correspondance entre la forme adoptée ici et celle de Des Cloizeaux.

Dx		Dx	
p (001) = σ^5 (105)		$d^{1/2}$ (111) = δ = ($d^1 d^{1/7} h^{1/5}$) (435)	
h^1 (100) = h^1 (100)		$b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) = ε = ($b^1 d^{1/10} g^{1/5}$) (9.11.10)	
m (110) = m (110)		k ($\bar{5}11$) = k = ($b^{1/7} b^{1/12} h^{1/4}$) (19.5.8)	
g^1 (010) = g^1 (010)		a_4 (532) = x = ($b^1 b^{1/10} h^{1/5}$) (11.9.10)	
$a^{1/4}$ ($\bar{4}01$) = $a^{8/15}$ (15.0.8)			

Quant aux formes g^1 (010), $\sigma^{1/3}$ (301), p (001), e^1 (011), u ($\bar{3}11$), θ ($\bar{3}41$), signalées par Des Cloizeaux, elles n'ont été trouvées que dans les cristaux violets et par suite appartiennent à la vilatéite.

Les faces de la zone verticale sont très cannelées par suite de groupements à axes parallèles. Les faces $b^{1/2}$ ($\bar{2}21$) et $d^{1/2}$ (111) sont striées parallèlement à leur intersection avec la face m antérieure.

Clivages. Clivage h^1 (100) facile.

Dureté. 5.

Densité. 3,185 (cristaux rouges), 3,198 (cristaux brun rouge) (Damour. La Vilate). La densité, que j'ai prise par la méthode des liqueurs denses, a fourni 3,175 à 3,176 pour des cristaux rouges et 3,18 pour des cristaux d'un blanc rosé.

Coloration et éclat. Rouge orangé, orangé, rose pâle, gris, presque incolore. Poussière jaunâtre ou blanche. Transparente à translucide.

Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. Plan des axes et bissectrice aiguë négative (n_p) perpendiculaires à g^1 (010). La bissectrice obtuse (n_g) fait dans g^1 (010) un angle de 75° (rouge) à 76° (bleu) avec l'axe vertical, dans l'angle obtus ph^1 . Dispersion tournante avec $\rho < v$.

$n_m = 1,66$ environ.

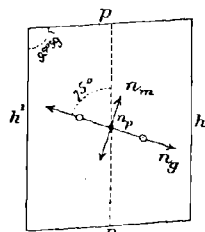


Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire au plan des axes optiques et à la bissectrice aiguë négative.

$2 H_a =$	}	$84^\circ 51'$	$85^\circ 52'$	$2E = 163^\circ$ à $173^\circ 52'$ (rouge).
		$85^\circ 20'$	$86^\circ 22'$	$2E = 168^\circ 26'$ à 180° (jaune).
		$85^\circ 34'$	$87^\circ 17'$	réflexion totale dans l'air (bleu).

L'écartement des axes diminue avec la chaleur (de $6^\circ 34'$ entre 45° et 125° C.)

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net seulement dans la variété rouge orangée : il se produit dans les teintes suivantes :

- n_g = jaune rougeâtre à brun rouge
- n_m = jaune clair un peu rosé
- n_p = incolore.

Composition chimique. La formule $Mn^5H^2(PO^4)^4 + 5H^2O$ ou $5 MnO 2P^2O^5 + 5H^2O$ correspond à la composition chimique donnée en a). Une partie du manganèse est remplacée par du fer.

Analyses ⁴ de l'huréaulite b) des Huréaux par Dufrénoy (*op. cit.*) ; c et d) des cristaux jaunes de la Vilate par Damour (*op. cit.*)

e) des cristaux rouges de la Vilate par Damour.

1. Une analyse plus ancienne de Vauquelin (*A.C.P.* XXX. 302. 1825) a donné $P^2O^5 = 32,8$; $MnO = 36,2$; $FeO = 41,0$; $H^2O = 20,0$.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
P ₂ O ₅	39,0	38,00	37,96	38,20	37,83
MnO	48,6	32,85	41,15	42,04	41,80
FeO	»	11,10	8,10	6,75	8,75
H ₂ O	12,4	18,00	12,35	12,00	11,60
Quartz	»	»	0,35	0,50	0,30
	<hr/> 100,00	<hr/> 99,95	<hr/> 99,91	<hr/> 99,49	<hr/> 100,26

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau en devenant gris jaunâtre. Au chalumeau, fond facilement en colorant la flamme en vert pâle et en donnant une perle jaune rougeâtre, qui cristallise par le refroidissement ; celle-ci noircit au feu d'oxydation. Donne la réaction du manganèse et du fer.

Facilement soluble dans les acides.

Diagnostic. Les formes, la couleur, les propriétés optiques ne permettent de confondre l'huréaulite avec aucun autre phosphate ferromanganésifère.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* L'huréaulite est une des plus rares espèces minérales. Elle a été découverte, en 1825, par Alluaud dans la carrière de pegmatite des Huréaux en Saint-Sylvestre (*Ann. sc. nat.* VIII. 346. 1826) et décrite par Vauquelin (*A.C.P.* XXX. 302. 1825), qui a écrit incorrectement son nom « huraulite ». Peu après, Dufrénoy en a repris l'étude (*A.M.* VII. 137. 1830). Les échantillons de ce gisement, que possède la collection du Muséum, sont d'un jaune rougeâtre, groupés confusément sur de l'hétérosite ou de la dufrénite ; leur imperfection fait comprendre celle de l'étude cristallographique de Dufrénoy. Après cette découverte de 1825, limitée à quelques échantillons, l'huréaulite n'a plus été retrouvée aux Huréaux.

De 1849 à 1852, le minéral a été rencontré dans un gisement voisin, dans les carrières de pegmatite de la Vilate près Chanteloube. C'est ce gisement qui a fourni les échantillons qui se trouvent actuellement dans les collections¹ et notamment ceux qui ont été décrits par Damour et Des Cloizeaux (*A.M.* LIII. 293. 1858). J'ai eu entre les mains les documents étudiés par ces savants ; depuis lors, l'abandon des carrières de la Vilate a rendu définitive la disparition de ce minéral.

¹ 1. Ils y sont souvent indiqués incorrectement comme provenant des Huréaux.

On peut distinguer deux variétés d'uréaulite. La première consiste en cristaux brun orangé, implantés dans des cavités de corrosion d'hétérosite ou de triphylite généralement méconnaissables ; ils sont associés à de la dufrénite fibreuse, à de l'angelardite, aux divers minéraux incomplètement connus dont il est question plus loin ; ils

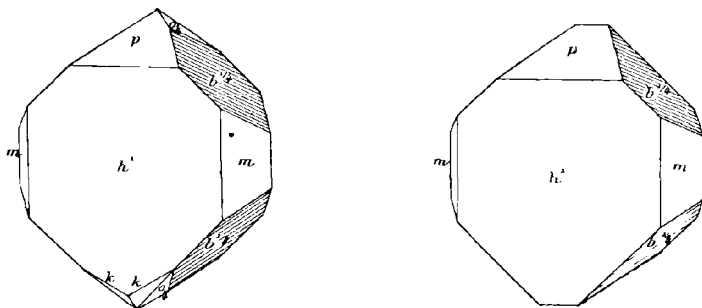


Fig. 2 et 3.

Huréaulite de la Vilate (cristaux d'un brun orangé).

sont quelquefois recouverts de houppes de cacoxénite. Ces cristaux sont isolés ou bien groupés en gerbes, en petits mamelons, hérissés de pointements cristallins. Ils forment aussi, avec dufrénite et angelardite, des masses fibrolamellaires, dont la couleur tire sur le rouge orangé.

Ces cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) et présentent en outre les formes p (001), m (110), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) et les formes a_4 (332) et k ($\bar{3}11$), qu'il leur sont spéciales (fig. 2 et 3 ; la pyramide a_4 a été notée o par erreur de gravure).

Le second type est constitué par des cristaux incolores, rosés ou gris de fumée, transparents ; ils forment des groupes fasciculés, rappelant ceux de la stilbite, qui peuvent atteindre de 7 à 8 mm. de longueur sur 3 à 4 mm. de diamètre. Ils se trouvent seuls dans les cavités de corrosion de grosses masses de triphylite, dont les clivages sont devenus plus faciles par suite d'altération ; souvent cette triphylite est transformée en une masse cloisonnée, dont les vides sont tapissés par des cristaux d'uréaulite néogène. La collection du Muséum possède un très gros échantillon de ce genre. Enfin, ce même type d'uréaulite accompagne l'un des minéraux indéterminés dans des masses miarolitiques fragiles, qui remplissent des cavités du quartz.

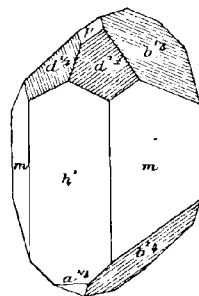


Fig. 4.

Huréaulite de la Vilate (cristaux roses).

Les cristaux de ce type sont caractérisés par l'égal développement des formes h^1 et m ; h^1/a ($\bar{2}21$) est toujours présent et souvent très développé; les formes p , a^1/a ($\bar{4}01$), $d^{1/2}$ (111) (fig. 4) existent en outre quelquefois.

PHOSPHATES IMPARFAITEMENT CONNUS

Parmi des échantillons d'huréaulite provenant de la carrière de la Vilate, j'ai rencontré au moins deux minéraux certainement nouveaux, mais dont je ne puis faire l'étude complète, faute de matériaux suffisants. Ils ne se présentent qu'en petite quantité et toujours si intimement mélangés à l'huréaulite, à l'angelardite, à la dufrénite, qu'il est impossible d'en isoler une quantité suffisante pour une analyse.

La composition chimique qualitative est voisine de celle de l'huréaulite, mais en fondant avec du carbonate de sodium de petits fragments à peu près de même taille d'huréaulite et de ces minéraux, il est possible de constater que la proportion de manganèse est dans ceux-ci beaucoup plus faible que dans l'huréaulite.

A. Le minéral est monoclinique, mais ses propriétés optiques le font distinguer immédiatement de la huréaulite; quand on place ces deux substances sur une même lamelle de verre, après les avoir réduites en fragments de mêmes dimensions, on constate que la biréfringence du minéral indéterminé est trois ou quatre fois plus grande que celle de l'huréaulite. Le pléochroïsme est constant et se fait dans les teintes jaunes, avec maximum suivant n_g (jaune-citron). La densité est de 2.93.

Ce minéral se rencontre sous les aspects suivants, qui ne peuvent être précisés qu'au microscope, aucun cristal mesurable n'ayant pu être extrait.

Il forme des agrégats de petits cristaux d'un jaune-paille, mélangés d'huréaulite rose dans les cavités du quartz; ces cristaux ont un aspect pseudorhombédrique; ils sont aplatis suivant une face de la zone de symétrie, dont l'angle plan au sommet est d'environ 104° .

Je l'ai rencontrée aussi en petits cristaux, raccourcis suivant l'axe vertical, limités par un prisme très obtus et des pyramides, dont l'angle au sommet est voisin de celui donné plus haut. Grâce au grand angle que font entre elles les faces prismatiques, les cristaux montés dans le

baume, sont sensiblement couchés suivant h^1 et s'éteignent parallèlement à leur allongement; ils sont fréquemment réunis en touffes qui permettent de constater l'existence de macles polysynthétiques suivant h^1 . Ce type se trouve dans les cavités de la dufrenite et de l'angelardite.

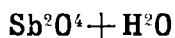
B. Un autre minéral, d'un jaune un peu brunâtre, forme des mamelons, hérissés de pointements cristallins, ou de petites aiguilles fréquemment groupées en gerbes divergentes. L'allongement suivant l'axe vertical est très net. Les cristaux sont aplatis suivant g^1 (010), direction d'un clivage facile et présentent la base (p h^1 113° env.). La bissectrice aiguë est *négative* (n_p) et normale à g^1 ; les axes optiques sont assez écartés. Dans g^1 , n_m fait un angle de 28° à 30° avec c , dans l'angle obtus ph^1 .

Le pléochroïsme est net : n_m = jaune paille; n_p = jaune d'or. La densité est de 2,46.

Ces cristaux sont associés à l'uréaulite brun rouge, ils la supportent ou la recouvrent; ils servent eux-mêmes parfois de support à de fines aiguilles de cacoxénite.

Il existe aussi une variété en fibres d'un jaune vif, quelquefois divergentes, qui constituent avec uréaulite fibrolamellaire brun rouge foncé, et angelardite sphérolitique, des masses cristallines généralement enveloppées de dufrenite : les trois premiers de ces minéraux sont intimement mélangés.

STIBICONITE



Amorphé.

Facies. Ce minéral se présente en masses compactes, terreuses, concrétionnées ou en pseudomorphoses de cristaux de stibine ou de valentinite.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 5,1 à 5,28.

Coloration et éclat. Jaune pâle à jaune blanc, blanc rougeâtre. Opaque : transparente en lames très minces. Éclat un peu nacré ou terreux.

Composition chimique. Ce minéral, provenant toujours d'altération, est souvent impur.

La formule $\text{Sb}^2\text{O}^4 + \text{H}^2\text{O}$ ou $\text{Sb}^2\text{O}^3, \text{Sb}^2\text{O}^5 + \text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition suivante :

Sb.....	74,5
O.....	19,9
H ² O....	5,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Décrépité et donne de l'eau dans le tube ; au chalumeau, reste infusible ou fond difficilement en une scorie grise en donnant un enduit blanc. Les autres réactions sont celles de la cervantite.

Diagnostic. Ne se distingue de la cervantite que par le dégagement de l'eau dans le tube.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La stibiconite est le produit le plus habituel de la décomposition de la stibine. Elle se rencontre en quantité plus ou moins grande aux affleurements de tous les gisements de ce minéral énumérés tome II. Elle y constitue d'ordinaire des épigénies du sulfure, dans lesquelles il est possible de reconnaître la forme du minéral primitif. Dans quelques-uns d'entre eux, dans ceux de la *Haute-Loire* notamment (Brioude, Freycenet, La Farge) et dans ceux du *Cantal* (environs de Massiac), etc., on a exploité des masses de stibiconite, ayant plusieurs mètres d'épaisseur ; la stibine intacte a été ensuite rencontrée en profondeur.

RIVÔTITE

Ce nom a été créé par Ducloux (*C. R.* LXXVIII. 1471. 1874) pour une substance trouvée à la Sierra del Cadi dans la province de Lérida en Espagne, et qu'il considérait comme un carbonio-antimoniato de cuivre.

J'ai montré (*B. S. M.* XXXIII. 190. 1910) qu'elle est en réalité constituée par une pseudomorphose de panabase en un mélange de stibiconite et de malachite et signalé l'existence d'un produit analogue à Irazcin, près Sentein (*Ariège*), où il forme des amas en chapelets, au milieu de calcaires dolomitiques dévoniens.

Il existe tous les passages possibles entre la panabase imparfaitement transformée et des blocs d'un brun verdâtre à cassure terne ou verdâtre et luisante, dans lesquels il n'existe plus aucun élément sulfuré. En lames minces, on distingue une structure rappelant celle de la serpentine alvéolée; elle est formée par des bandes de stibiconite jaune, localement imprégnées de malachite et entourant les débris intacts de panabase. La masse est traversée par des veinules de malachite et de chessylite. Un traitement par l'ammoniaque ou l'acide acétique permet de séparer la malachite de la stibiconite ferrifère, facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

La rivotite n'est donc pas une espèce minérale, mais un minerai qui, dans les échantillons d'Irazein que je dois à M. Vaussard, renferme 38 % de cuivre (métal) et 15 kgm. d'argent à la tonne; ce nom peut être conservé pour distinguer ce minerai, qui a une certaine constance de composition et de structure.

FLAJOLOTITE

Je désigne sous ce nom une substance en masses compactes ou terreuses, d'un jaune-citron lorsqu'elle est pure et qui a été signalée pour la première fois dans le gisement de nadorite de Hammam N° Bail par Flajolot (*A.M.* XX. 28. 1871).

Les analyses suivantes (*a* et *b*), publiées par ce chimiste, sont assez concordantes et se rapprochent de la formule $(\text{FeSbO}_4)_2 + 1,5\text{H}_2\text{O}$ ou $\text{Fe}^2\text{O}^3\text{Sb}^2\text{O}^5 + 1,5\text{H}_2\text{O}$, dont la composition théorique est donnée en *a*, mais une analyse plus récente, faite par M. Pisani (*b*) sur un échantillon, recueilli à l'époque où Flajolot a publié son mémoire, est plus complexe; il est vrai qu'on peut supposer que la substance analysée était moins pure, on a déduit 5,2 % de célestite.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Sb ² O ⁵	63,5	59,30	64,3	353,8
As ² O ⁵	»	2,50	»	»
Fe ² O ³	31,4	33,40	32,1	28,0
Al ² O ³	»	1,30	»	6,2
PbO.....	»	0,45	»	»
SiO ²	»	tr.	»	7,7
H ² O.....	5,1	3,05	3,6	5,0
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,00	<hr/> 100,0	<hr/> 100,7

L'étude chimique de cette substance serait à reprendre et il serait en particulier intéressant de rechercher si elle ne présente pas quelque rapport avec la *tripuhyite*, à laquelle MM. Hussak et Prior attribuent la formule $2\text{FeO}\text{Sb}^2\text{O}^5$; M. Pisani considère cependant le fer comme étant certainement à l'état ferrique dans le minéral algérien.

Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux que cette substance ne constitue une combinaison de fer et d'acide antimonique, car il n'est pas possible de la considérer comme un mélange de ces deux corps; elle est en effet remarquablement fixe, inattaquable par tous les acides, très difficilement attaquée par fusion avec le carbonate de sodium ou avec le bisulfate de potassium. Elle n'est facilement décomposée que par fusion avec la potasse caustique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

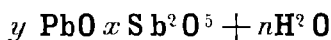
Algérie. — *Constantine.* Au début de l'exploitation de la mine de Hamman N'Bail, il y a une quarantaine d'années, la flajolotite se trouvait sous forme de nodules ayant plus d'un décimètre de diamètre, localement imprégnés par la calcite; dans les échantillons que possède le Muséum, elle n'est mélangée avec aucun autre minéral, si ce n'est avec un peu de célestite microscopique.

Aujourd'hui, ainsi qu'on l'a vu page 358, la partie du gisement exploitée ne renferme plus de nadorite, mais par contre, on y rencontre en grande abondance le produit qui nous occupe: il sert même de minerai d'antimoine (renfermant en moyenne de 38 à 40 % de Sb).

Les échantillons, que je dois à M. Varela, sont loin d'avoir l'homogénéité de ceux décrits plus haut. M. Dussert, qui a publié des analyses partielles de ce minerai (*A.M.* XVII. 42. 1910), y signale l'existence de 5 à 6 % de chaux et a émis l'hypothèse qu'il constitue peut-être un mélange de roméite, de limonite et d'argile, hypothèse qui ne me semble pas justifiée puisque les analyses données plus haut montrent que la chaux n'est pas essentielle et puisque, d'autre part, l'oxyde de fer fait partie intégrante du minéral.

Celui-ci est parfois mélangé d'hématite qui le colore en rouge; un traitement à l'acide chlorhydrique chaud permet d'enlever cette impureté sans dissoudre d'antimoine et la flajolotite apparaît alors avec sa couleur jaune naturelle.

BLEINIÉRITE



Amorphe.

Facies. La bleiniérite se présente en masses amorphes, compactes réniformes, lamelleuses (lames concentriques), parfois terreuses : elle conserve souvent la forme du minéral aux dépens duquel elle s'est produite.

Dureté. 4.

Densité. 4.6 à 5.

Coloration et éclat. Brune, jaune, grise ou blanche. Translucide ou opaque.

Éclat résineux très vif dans certaines variétés, aspect terreux dans d'autres.

Composition chimique. La bleiniérite est un antimoniate hydraté de plomb de composition très variable suivant les gisements de 31 à 52 % de Sb^2O^5 , de 62 à 41 de PbO ; de 5 à 12 % H^2O .

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau. Sur le charbon est réduit en un globule de plomb et d'antimoine entouré par une auréole jaune, à laquelle succède une auréole blanche.

Attaquée par l'acide azotique étendu avec résidu d'acide antimonique, par l'acide chlorhydrique avec résidu blanc de chlorure de plomb.

Altération. Par altération, la bleiniérite se transforme en massicot, cérusite et avec résidu de stibiconite.

Diagnostic. La bleiniérite se distingue de la cérusite compacte, dont elle possède l'éclat, parce qu'elle ne se dissout que partiellement et sans effervescence dans l'acide azotique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bleiniérite est un produit d'altération assez fréquent des sulfo-antimoniures de plomb (bournonite, boulangérite, jamesonite) et tous les gisements cités dans ce livre à l'étude de ces minéraux en renferment plus ou moins, mais quelques-uns d'entre eux méritent une mention spéciale.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* De beaux échantillons noirs ou jaunes de bleiniérite, à éclat vitreux, ont été trouvés aux affleurements

du filon de boulangérite de la mine de la Rodde près Ally. On l'y a rencontrée parfois elle-même altérée et transformée en massicot pulvérulent.

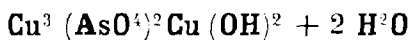
Puy-de-Dôme. La zinkénite de Peschadoire près Pontgibaud est en partie transformée en bleiniérite d'un jaune brun à brun-châtaigne, possédant un éclat résineux très vif; ce gisement a fourni de très beaux échantillons de ce minéral.

Alpes. — *Isère.* Les gros cristaux de bournonite de Prunières sont généralement très altérés et épigénisés par de la bleiniérite; les échantillons que j'ai étudiés diffèrent beaucoup de ceux de Peschadoire. Le minéral a une cassure terne, il est blanc, marbré de vert par imprégnation de malachite; il fait quelquefois effervescence avec les acides par suite de l'existence, non seulement de malachite, mais encore d'une petite quantité de cérusite, qui lui est mélangée.

Hautes-Alpes. Je dois à M. Thénaud des échantillons de bleiniérite cavernaux provenant de Bréziers; ils résultent de l'oxydation de bournonite.

Algérie. — *Constantine.* C'est le gisement de Hammam N'baïl, qui a fourni la plus grande quantité de bleiniérite que je connaisse. La nadorite y est souvent entièrement transformée en ce minéral: ses cristaux ont conservé leur forme, mais ils sont devenus d'un jaune d'or et ternes; ce n'est que dans la cassure qu'apparaît l'éclat gras caractéristique de la bleiniérite, les lames de nadorite étant parfois très minces; la bleiniérite constitue alors des pellicules transparentes, monoréfringentes. Ce minéral est souvent mélangé avec de la cérusite et supporte des cristaux nets de ce minéral.

LEUCOCHALCITE



Orthorhombique?

Facies. La leucochalcite n'est connue qu'en petites aiguilles, sans terminaisons distinctes.

Coloration et éclat. Blanche à blanc grisâtre. Translucide ou transparente.

Éclat soyeux très vif.

Propriétés optiques. Les aiguilles possèdent une extinction longitudinale avec signe d'allongement positif.

Composition chimique. La formule $\text{Cu}^3 (\text{AsO}^4)^2 \cdot \text{Cu} (\text{OH})^2 + 2\text{H}^2\text{O}$, ou $4 \text{CuOAs}^2\text{O}^5 + 3\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition suivante :

As ² O ⁵	42,7
CuO	47,2
H ² O	10,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dégage de l'eau dans le tube. Au chalumeau, verdit, puis fond en un verre noir.

Soluble dans l'acide azotique.

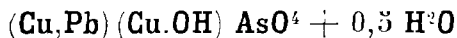
Diagnostic. La leucochalcite se distingue des variétés fibreuses d'olivénite, d'un gris verdâtre, par l'eau qu'elle dégage dans le tube à basse température.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Congo. — La leucochalcite n'était connue jusqu'à présent qu'à la mine Wilhemine dans le Spessart.

Je l'ai rencontrée récemment (*B.S.M.* XXXI. 255. 1908) parmi les minéraux de la mine de Mindouli. Elle constitue de délicates houppes, extrêmement fragiles, implantées sur des cristaux de quartz, associés à la diopside. L'unique échantillon rencontré ne m'a permis que des observations qualitatives.

BAYLDONITE



Facies. Petites masses concrétionnées avec cavités à surfaces mamelonnées.

Cassure. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 4,5.

Densité. 5,35.

Coloration et éclat. Vert d'herbe à vert noir. Poussière jaune-serin à vert d'herbe. Translucide.

Éclat résineux.

Composition chimique. La formule $(\text{Cu,Pb})(\text{Cu.OH})\text{AsO}^4 + 0,5$

H²O ou 4(Pb,Cu)OAs²O⁵ + 2H²O, avec Pb:Cu=1:3 correspond à la composition suivante :

As ² O ⁵ ...	31,7
CuO....	32,7
PbO....	30,6
H ² O....	5,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et noircit. Au chalumeau, décrépite, fond en un globule noir et donne des vapeurs arsénicales en laissant de petites grenailles d'un alliage de cuivre et de plomb à éclat métallique.

Difficilement soluble dans l'acide azotique.

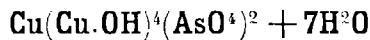
Diagnostic. Ce minéral est le seul arséniate de plomb et de cuivre connu ; ses réactions chimiques sont donc caractéristiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Allier.* La bayldonite n'est connue jusqu'ici que dans le Cornwall.

Il est fort probable que c'est à cette espèce qu'il faut rapporter un arséniate de cuivre et de plomb, trouvé par Fournet (*C. R.* LIV. 1096. 1862) dans un filon de limonite traversant le calcaire dévonien de Diou, minéral répondant à la description donnée plus haut, mais que je n'ai pas eu en mains.

TYROLITE



Orthorhombique.

$$[a : b : c = 0,9325 : 1 : ? \text{ (Dana)}]$$

$$mm \ 94^\circ \ mh \ 137^\circ$$

Facies. La tyrolite ne se trouve que très rarement en lames pourvues de contours géométriques ; elle se présente d'ordinaire en lames groupées en éventail ou en rosettes plus ou moins régulières, qui sont parfois allongées suivant l'axe *a* (Boberty) et plus souvent suivant l'axe *b*.

Clivages. Clivage parfait, micacé, suivant *p* (001), donnant des lames flexibles.

Dureté. 4, à 4,5. Sectile.

Densité. 3,16 à 3,374. 3,224 (Sainte-Marie-aux-Mines).

Coloration et éclat. Vert-pomme ou vert-de-gris passant au bleu-ciel. Vert-émeraude. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente ou translucide.

Éclat nacré très vif, parfois un peu soyeux sur les lames de clivage ; éclat vitreux dans les autres directions.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) normale à p (001), avec angle des axes optiques très grand et forte dispersion $\rho > v$.

Pléochroïsme. Pléochroïsme faible.

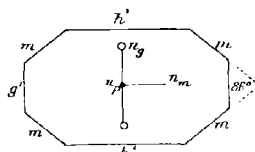


Fig. 1.

Face p (001) perpendiculaire à la bissectrice aiguë *négative* (n_p).

n_g = vert-émeraude vif.

n_m = vert, avec légère teinte jaunâtre.

Composition chimique. La formule $\text{Cu}(\text{Cu.OH})^4(\text{AsO}_4)^2 + 7 \text{H}_2\text{O}$ ou $5 \text{CuO As}_2\text{O}_5 + 9 \text{H}_2\text{O}$ correspond à la composition suivante. Quelques analyses indiquent une assez grande quantité de carbonate de calcium qui, dans l'établissement de la formule ci-contre, a été considéré comme dû à des impuretés, mais qui entre peut-être dans la constitution du minéral ; dans ce cas, celui-ci devrait être déplacé dans la systématique.

As ² O ⁵ . . .	29,2
CuO	50,2
H ² O	20,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépité et donne beaucoup d'eau. Au chalumeau, fond en un globule gris d'acier. Sur le charbon, donne des fumées arsénicales et fond en une masse facile à réduire en un globule de cuivre au feu réducteur. Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

Diagnostic. Voir à chalcophyllite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Alsace**]. — *Vosges.* J'ai trouvé dans la collection du docteur Carrière et dans celle de Daubrée des échantillons de tyrolite provenant de Sainte-Marie-aux-Mines. Ils consistent en quartz, très fissuré et pénétré d'un peu de malachite, associée à de belles lames d'un vert-émeraude, possédant les propriétés énumérées plus haut : la densité

a été prise à l'aide de l'iodure de méthylène ; l'examen des propriétés optiques ne laisse pas de doute sur leur nature. Le minéral est trop peu abondant pour qu'il m'ait été possible d'en faire l'analyse.

M. Ungemach rapporte à la tyrolite (*B. S. M.* XXIX. 257. 1906) un minéral soyeux, dont la couleur varie du vert bleu au vert d'eau, et qui accompagne la chessylite dans le filon cuprifère de Triembach (Val de Villé).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Il existe dans le massif du Pic d'Arbizon et près du petit lac d'Arron des filons quartzeux renfermant de la chalcoppyrite et du mispickel. Parmi leurs produits d'oxydation, j'ai recueilli des croûtes d'un vert-émeraude, constituées par des écailles de tyrolite mêlées à de la calcite.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les fentes du mispickel de Boberty, près Anzat-le-Luguet, sont couvertes d'enduits d'un vert-malachite, localement lamelleux, d'un arséniate de cuivre hydraté ; ses propriétés optiques permettent de le rapporter à la tyrolite. Les lames aplaties suivant p sont parfois allongées parallèlement à g^1 (trace du plan des axes optiques).

Maures. — *Var.* J'ai rencontré de magnifiques échantillons de

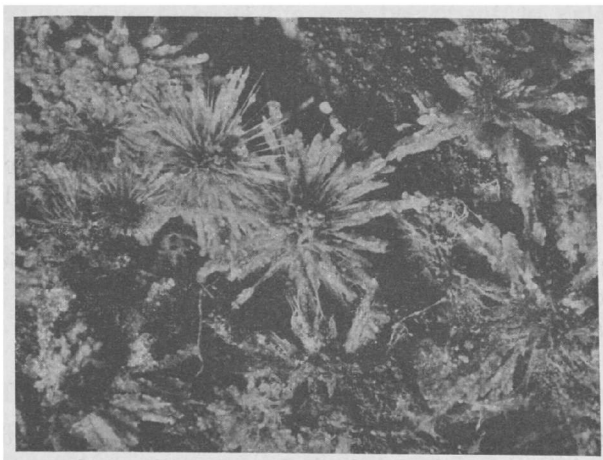


Fig. 2.

Rosettes de tyrolite avec fines aiguilles d'olivénite encroûtées de malachite.
Mine de la Garonne. (*Grossissement d'environ cinq diamètres.*)

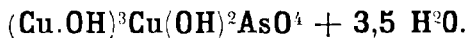
tyrolite, d'un vert-émeraude, parmi des minéraux de la mine de la

Garonne. La tyrolite forme des lames ou bien rectangulaires, ou bien limitées par les faces m , h^1 , g^1 , et alors allongées suivant l'axe b , par lequel elles sont implantées sur le poudingue quartzifère. Elles constituent des agrégats en éventail, qui parfois recouvrent entièrement leur gangue. Dans d'autres cas, elles se réunissent en délicates rosettes, sur lesquelles sont implantées de fines aiguilles d'olivénite (fig. 2), qu'encroûte souvent de la malachite.

Je signale ici un minéral, peut-être voisin de la tyrolite, qui constitue sans doute une espèce nouvelle, mais dont je ne possède qu'un échantillon insuffisant pour permettre une étude complète.

Il s'agit d'un échantillon de pegmatite de la Vilate, sur lequel sont implantés en agrégats de petits cristaux, d'un bleu verdâtre, renfermant As^2O^5 , CuO , CaO , H^2O , avec un peu de fer et d'alumine. Le minéral forme des lamelles groupées en éventail, monocliniques, aplaties suivant $g^1(010)$, limitées par des prismes verticaux et par $p(001)$ [$ph^1 = 100^\circ$ environ mesuré au microscope]. Le plan des axes optiques et la bissectrice obtuse *negative* (n_p) sont perpendiculaires à g^1 . L'écartement des axes est assez grand autour de la bissectrice aiguë *positive*, qui, dans g^1 , fait un angle de 13° avec l'axe c , dans l'angle obtus ph^1 . Le pléochroïsme est faible : $n_g =$ à peine bleuâtre, $n_m =$ vert clair, $n_p =$ incolore.

CHALCOPHYLLITE



Rhomboédrique. $pp = 69^\circ 48'$ (Dx.)

$$[a : c = 1 : 2,5538].$$

Formes observées : $a^1(0001)$; $p(10\bar{1}1)$; $pa^1 108^\circ 44'$.

Facies. La chalcophyllite se présente en petites lames hexagonales, limitées par des faces p ; elles portent souvent des stries triangulaires, traces de clivages rhomboédriques.

Clivages. Clivage, micacé suivant $a^1(0001)$; traces suivant $p(10\bar{1}1)$.

Dureté. 2.

Densité. 2,4 à 2,66. 2,735 (Mine de la Garonne).

Coloration et éclat. Vert-émeraude, vert-de-gris, vert bleuâtre. Transparente.

Éclat nacré sur le clivage a^1 , vitreux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* (n_g).

$$\begin{aligned} n_g &= 1,6323 \text{ (Na) (Gaubert)} \\ n_p &= 1,5745 \\ n_g - n_p &= 0,0578 \end{aligned}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est peu intense dans les teintes vertes : le maximum d'absorption a lieu suivant n_g .

Composition chimique. La formule de la chalcophyllite est incertaine ; celle qui est adoptée ici : $\text{Cu}(\text{OH})^3\text{Cu}(\text{OH})^2\text{AsO}_4 + 3,5\text{H}_2\text{O}$ correspond à la composition centésimale suivante.

As ² O ⁵	24,4
CuO.....	53,9
H ² O.....	21,7
	100,0

Rammelsberg admet la formule $9\text{CuO}\text{Al}_2\text{O}_3\text{2As}_2\text{O}_5 + 27\text{H}_2\text{O}$, en faisant entrer dans la composition du minéral une petite quantité, variable d'ailleurs, d'alumine, trouvée dans la plupart des analyses.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite, donne de l'eau et verdit ; les autres réactions sont celles de l'olivénite. Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

Diagnostic. La chalcophyllite, grâce à sa structure micacée, ne peut guère être confondue avec les autres arséniates de cuivre, à l'exception de la tyrolite : la densité de celle-ci est plus grande et la forme différente ; la tyrolite en effet est orthorhombique, les axes optiques sont très écartés autour de la bissectrice aiguë *négative* normale au clivage micacé, tandis que la chalcophyllite est nettement uniaxe et optiquement *positive*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var.* Ce minéral rare a été trouvé en magnifiques échantillons dans le gîte cuprifère de la mine de la Garonne, près Hyères, où il est surtout associé à la lettsonite, à la pseudomalachite et à la malachite mamelonnées.

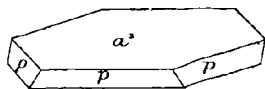


Fig. 1.
Chalcophyllite.

Il constitue de petites lamelles hexagonales, bordées par p (fig. 1), souvent groupées en grand nombre à axes paral-

lèles et imbriquées les unes sur les autres ; elles forment ainsi des grou-

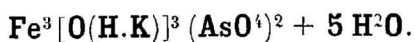


Fig. 2
Groupement de lamelles de chalcophyllite. Mine de la Garonne.
(Grossissement de deux diamètres.)

pements cristallins très brillants (fig. 2).

Vosges. — [*Alsace*]. Carrière a signalé la chalcophyllite (sous le nom *d'érintite* de Beudant) à Sainte-Marie-aux-Mines ; il parle de formes hexagonales, provenant de la mine des Trois (Val de Liepvre). Les échantillons que j'ai trouvés dans sa collection, étiquetés sous ce nom, sont constitués par de la tyrolite, mais M. Leslin m'a communiqué un échantillon qui appartient bien à la chalcophyllite ; il consiste en lames fort petites, d'un vert plus pâle que celui présenté d'ordinaire par la chalcophyllite ; leurs propriétés optiques ne laissent cependant pas de doute sur leur identification.

PHARMACOSIDÉRITE



Cubique, tétraédrique.

Formes observées. p (100), $\frac{1}{2} a^1 [x(111)]$, $a^{40} \frac{1}{2} [x(40.1.1)]$.

Facies. La pharmacosidélite se rencontre uniquement sous forme de petits cubes, avec parfois des faces tétraédriques ; les faces p sont striées parallèlement à leur intersection avec a^1 par suite de l'existence du trapézoèdre vicinal [$a^{40}(40.1.1)$]. Le minéral est toujours cristallisé, mais parfois constitue des croûtes cristallines à formes indistinctes.

Clivages. Clivage imparfait suivant p (100). Cassure inégale.

Dureté. 2,5.

Densité. 2,798. (Puy-les-Vignes).

Coloration et éclat. Verte (vert-olive à vert-émeraude), jaune à jaune brun. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente en lames minces.

Éclat gras à adamantin.

Propriétés optiques. L'examen des propriétés optiques montre que la pharmacosidélite n'est que pseudocubique et formée de six cristaux ayant pour base les faces du cube (E. Bertrand. *B. S. M.* IV. 255. 1881). Une lame parallèle à p montre la division en quatre (fig. 1) ou cinq (fig. 2) secteurs (suivant la situation de la section par rapport au centre du cristal), habituels à ce type de structure. Parfois (Vaulry), ils sont homogènes; le plus souvent, ils présentent de fines macles rectangulaires.

Le secteur central s'éteint suivant ses diagonales, direction du plus grand indice de la plaque ; j'ai pu constater dans les cristaux étudiés plus haut, que c'est n_p , normal à la plaque, qui est la bissectrice aiguë (fig. 2) ; l'angle $2E$ est variable, souvent assez petit et parfois nul.

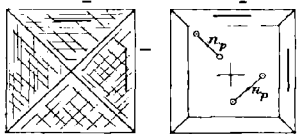


Fig. 1 et 2.
Lames p (100) de pharmacosidélite de Vaulry.

Dans les cristaux servant de bordure, l'extinction se fait suivant les côtés, parallèlement auxquels est placé le plus petit indice de la section (fig. 1 et 2).

L'action de la chaleur produit un effet digne de remarque décrit par R. Brauns (*Opt. anom. Krist.* 1891. 349). Tandis que dans la partie centrale des plaques, on n'observe pas de modification consécutive à une élévation de température, dans la bordure au contraire, les indices prennent des valeurs de plus en plus voisines, puis n'_g permute avec n'_p . Ce changement d'état, réversible, n'est accompagné

d'aucune modification chimique et montre que la pharmacosidérite est polymorphe à des températures différentes.

$$n = 1,676 \text{ (Na) (Gaubert).}$$

Les cristaux de pharmacosidérite sont très perméables : un cristal plongé dans l'ammoniaque devient rapidement rouge ; placé ensuite dans l'acide chlorhydrique dilué, il reprend sa couleur primitive.

Composition chimique. La formule $\text{Fe}^3 [\text{O}(\text{H.K})]_3 (\text{AsO}^4)^2 + 5\text{H}^2\text{O}$ ou $2\text{FeAsO}^4, \text{Fe} [\text{O}(\text{H.K})]_3 + 5\text{H}^2\text{O}$ a été établie récemment par M. Hartley (*Miner. Magaz.* XII. 152. 1899) ; elle correspond à la composition centésimale suivante :

As ² O ⁵	39,18
Fe ² O ³	40,88
K ² O.....	var.
H ² O.....	19,94
	100,00

Le potassium remplace une partie de l'hydrogène de l'hydroxyle ; sa proportion est variable et peut atteindre dans quelques gisements 4,54 %. A 130° C., le minéral perd 5 molécules d'eau (15,53 %).

Essais pyrognostiques. Comme la scorodite, mais en outre il est facile de mettre en évidence la présence du potassium en attaquant sur une lame de verre le minéral par un acide et en ajoutant à sa dissolution un peu de chlorure de platine. Il se produit aussitôt des octaèdres jaune d'or de chloroplatinate de potassium.

Diagnostic. La forme cubique et les propriétés optiques ne permettent de confondre la pharmacosidérite avec aucun autre arséniate.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pharmacosidérite est, comme la scorodite qu'elle accompagne fréquemment, un produit habituel de la décomposition du mispickel ; elle se trouve dans les gisements de celui-ci, c'est-à-dire dans les filons stannifères, wolframifères et dans des filons de quartz, mais elle existe aussi dans quelques filons cuprifères contenant des arséniures ou des sulfoarséniures.

1° Dans les gisements de mispickel.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La pharmacosidérite a été signalée par de Limur (*op. cit.*) à la Villelder.

Ille-et-Vilaine. Elle se rencontre dans un filon de quartz aux Buttes de Coesmes, près Rennes (Kerforne. *Bul. Soc. Sc. Méd. Ouest.* XII, 200. 1903).

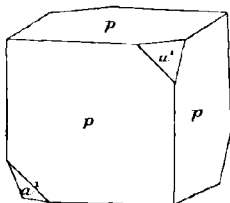


Fig. 3.
Pharmacosidérite. Forme commune.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Petits cristaux dans le quartz d'Avrillé.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La pharmacosidérite, en cubes verts, se trouve dans les cavités du quartz des filons stannifères de Vaulry, dans le quartz du filon wolframifère de Puy-les-Vignes, près Saint-Léonard. Les cristaux de cette localité sont fréquemment jaunes.

Puy-de-Dôme. J'ai rencontré des cubes de pharmacosidérite d'un vert jaune dans une limonite des environs d'Avèze. Je dois à MM. Gonnard et L. Roux des cristaux verts du même minéral occupant les cavités laissées par la disparition de cristaux de pyrite et de mispickel dans la microgranite de Cher au nord-ouest d'Échandelys.

Saône-et-Loire. En petits cristaux jaunes accompagnant le wolfram de Montortu près Autun (voir p. 259).

2° Dans des gisements cuprifères.

Vosges. — [*Alsace*]. Petits cubes d'un vert-olive, associés à de la panabase altérée, dans le filon de Triembach dans le Val de Villé (Ungemach. *B. S. M.* XXIX. 274. 1906).

Maures. — *Var.* M. Pisani a signalé (*C. R.* LXXXIV. 1512. 1877) la pharmacosidérite dans les fentes des poudingues cuprifères de la mine de la Garonne. J'ai observé de beaux échantillons de ce gisement, constitués par des surfaces de plusieurs centimètres carrés, couvertes de cubes *p*, avec parfois $\frac{1}{2} a^1$ (fig. 2), verts ou bruns de ce minéral.

Algérie. — *Alger.* C'est également dans un gisement cuprifère à Mouzaïa, que le même minéral a été trouvé autrefois.

ANGELARDITE

Les phosphates résultant de la transformation de la triphylite et de la triplite des Huréaux en Saint-Sylvestre, de la Vilate, du pont de

Barost et de Compreignac sont souvent accompagnés par une substance cloisonnée, plus rarement compacte ou sphérolitique, botroyde et fibreuse, dont la couleur varie du bleu clair au bleu violacé et au gris. Sa densité, variable suivant son état d'agrégation, est voisine de 2,77, son indice médian se rapproche de 1,70.

Berthier a donné l'analyse *a*) (A. M. XII. 303. 1826) d'un échantillon de cette substance, en masses compactes, d'un gris taché de bleu nacré, légèrement translucides, imprégnées de psilomélane : il l'a indiqué comme provenant d'Anglar près Compreignac. Il est vraisemblable que le MnO_2 de cette analyse est dû à ce minéral : c'est ce qu'a pensé von Kobell, qui a désigné ce minéral sous le nom d'*anglarite* (*Charact. der Mineralien*. 1831. 237) et reproduit seulement l'analyse de Berthier *b*), après élimination du manganèse.

	<i>a</i>	<i>b</i>
P_2O_5	24,8	27,3
FeO.....	51,0	56,0
MnO_2	9,0	»
H_2O	15,0	16,5
	<hr/>	<hr/>
	99,8	99,8

Depuis lors, tous les minéralogistes ont considéré ce terme d'anglarite comme synonyme de vivianite, sans prendre garde à la grande différence de composition centésimale des deux substances. Dans leurs travaux sur les minéraux de la Vilate, Des Cloizeaux et Damour, eux aussi, ont désigné ce minéral bleu, uniquement sous le nom de vivianite, sans rappeler celui d'anglarite. Il semble que si l'on doit rapprocher cette substance d'une espèce minérale connue, c'est non pas de la vivianite mais de la *ludlamite*, décrite d'ailleurs beaucoup plus tard, dont la composition théorique est représentée par la formule $2 Fe^3 (PO_4)^2 \cdot Fe(OH)_2 + 8H_2O$ ou $7 FeO P_2O_5 + 9H_2O$ correspond à la composition suivante :

P_2O_5	29,9
FeO.....	53,0
H_2O	17,1
	<hr/>
	100,0

Je n'ai pu déterminer entièrement les propriétés optiques, les fibres étant extrêmement fines et serrées ; elles sont d'allongement positif, très pléochroïques dans les teintes suivantes :

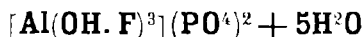
n_g == bleu foncé
 n_m == violet clair
 n_p == incolore.

La coloration est inégalement répartie; ces teintes de pléochroïsme rappellent un peu celles de la glaucophane.

Ces propriétés, jointes à la densité et à la réfringence plus forte, à la biréfringence plus faible et enfin à la composition chimique, ne laissent aucun doute sur l'indépendance de ce minéral et de la vivianite.

Je change ce nom d'anglarite, en celui d'*angelardite*, car il n'existe pas dans la commune de Compreignac de lieu-dit portant le nom d'Anglar, mais un Angelard où, d'après les renseignements que je dois à M. Didier, se trouvent des pegmatites, qui ont pu fournir le minéral analysé. A l'époque où écrivait Berthier¹, on se souciait peu des questions de gisement et pareille incertitude géographique se rencontre dans l'histoire de beaucoup des minéraux qu'il a analysés. C'est ainsi que reste vague la position exacte du gisement portant le même nom d'Anglar, d'où provient la variété de berthierite à laquelle Nordenskiöld a donné le nom d'anglarite (voir tome II, p. 693), longtemps (1848) après la publication du livre de Kobell, auquel il est fait allusion plus haut. Ce changement de nom évitera ainsi une confusion.

WAVELLITE



Orthorhombique : $mm = 121^\circ 44'$

$b : h = 1000 : 356,784$ (Dx) $D = 873,527$ $d = 486,776$

$[a : b : c = 0,55725 : 1 : 0,40844$ (Cesàro)]

Formes observées. m (110), g^1 (010); a^1 (101); $e_3 = (b^{1/5} b^{1/3} g^{1/5})$ (121)².

1. Il est singulier que Dufrénoy, qui ne cite pas le nom d'anglarite dans sa *Minéralogie*, ait donné (II. 537. 1845) l'analyse brute de Berthier comme représentant la composition de la dufrénite et que, par contre, il n'ait pas cité l'analyse de ce minéral faite par Vauquelin. Il a donc confondu ces deux minéraux.

2. J'adopte les paramètres de M. Cesàro plutôt que ceux de Senff ($a : b : c = 0,50495 : 1 : 0,97523$. $mm = 126^\circ 25'$) acceptés par Des Cloizeaux, car ils ont été calculés sans faire intervenir de mesures de la zone verticale, qui sont toujours détestables. Avec ces nouveaux paramètres, la face dominante des cristaux de Montebrias prend le symbole simple e_3 (121) au lieu de $e_{3/5}$ (5. 11. 3) donné par Des Cloizeaux.

Les angles suivants ont été mesurés par Des Cloizeaux sur des cristaux de Montebbras.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	121°45'		$e_3e_3 s. a^1$	113°14' 112°50' à 113°25'	
mg^1	119° 3'		e_3a^1	146°37' 147°	
$a^1 a^1 s. p$	106°46'		$b^{1/2} b^{1/2} s. e^1$	111°41'	
$a^1 b^{1/2}$	161°46'	161°46'	e_3e_3 côté	120°50' 120°55' à 121°30'	
$g^1 e_3$	123°23'	123° 0' à 23'			
$g^1 e_3 s. a^1$	56°37'	56°20'			

Facies. Les cristaux distincts de wavellite sont rares. Ce minéral se présente d'ordinaire sous forme de mamelons à structure fibreuse, rayonnée : ils sont parfois hérissés de pointements cristallins. Les faces de la zone prismatique sont toujours très cannelées verticalement.

Clivages. Clivages assez nets suivant m (110) et g^1 (010). Cassure imparfaitement conchoïdale.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile.

Densité. 2,32 à 2,34. 2, 33 (Montebbras).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, grise jaune, verte ou brune, bleuâtre. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux très vif, nacré sur les lames de clivage.

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

Bissectrice aiguë positive (n_g), parallèle à l'axe vertical.

Faible dispersion, avec $\rho > v$.

$$n_m = 1,526. 2V = 71°48' (Na)$$

$$n_g - n_p = 0,025$$

Composition chimique. La formule $Al(OH)^3(PO_4)^2 + 5 H_2O$ ou $3 Al_2O_3 P_2O_5 + 13 H_2O$ correspond à la composition a), dans laquelle une partie de l'hydroxyle peut être remplacée par du fluor.

b) analyse de la wavellite de Montebbras par M. Pisani (C. R. LXXV. 79. 1872).

	a	b
P ² O ⁵	35,2	34,30
Al ² O ³	38,0	38,25
F	»	2,27
H ² O	26,8	26,60
	<u>100,0</u>	<u>101,42</u>

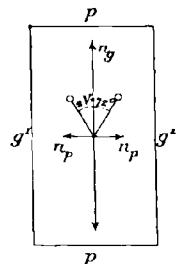


Fig. 1.

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

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, qui corrode le verre. Au chalumeau, reste infusible, mais tombe en pièces; colore la flamme en verdâtre, se colore en bleu avec l'azotate de cobalt. Attaquée par l'acide sulfurique avec dégagement d'acide fluorhydrique. Soluble dans l'acide chlorhydrique et dans la potasse caustique.

Diagnostic. Parmi les phosphates fibreux, la wavellite peut être facilement reconnue par sa grande cristallinité et par ses propriétés optiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wavellite se rencontre dans les fentes des roches sédimentaires, dans des minerais de fer ou de manganèse, plus rarement dans les filons stannifères.

1° *Dans les filons stannifères.*

Plateau Central. — *Creuse.* Le gisement stannifère de Montebbras

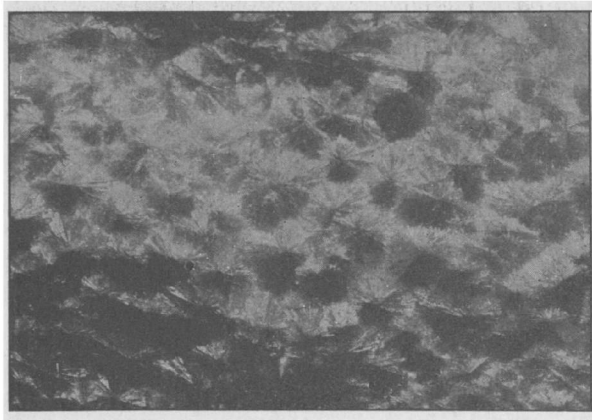


Fig. 2.
Rosettes de wavellite sur amblygonite de Montebbras.
(Photographie grandeur naturelle.)

en Soumans a fourni en grande quantité de magnifiques échantillons de wavellite. Ce minéral y résulte d'une façon constante de la décomposition de l'amblygonite. On trouve cette dernière substance se transformant en turquoise, traversée par des veinules de wavellite, qui cristallise, sur les deux parois des fissures, en croûtes fibreuses; celles-ci tantôt se rejoignent pour combler entièrement la cavité, mais se décollent facilement suivant le plan de celles-ci, en montrant leur structure rayonnée (fig. 2), et tantôt au contraire, laissent une

géode libre. Les concrétions fibreuses de wavellite se terminent alors par des mamelons hérissés de pointes cristallines dans lesquelles Des Cloizeaux a observé (*A. C. P.* XXVII. 405. 1872), $x = e_3$ (121) et a^1 (101) distinctes, alors que les faces m (110) sont très cannelées et souvent non mesurables, g^1 est plus net (fig. 3). La wavellite de Montebbras est blanche, et possède un éclat nacré très vif.

2° *Dans les fentes de roches sédimentaires.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* M. Ch. Frossard a cité sans description (*B. S. M.* XXI. 87. 1898) la wavellite d'un vert foncé sur le quartz, au voisinage d'un pointement ophitique, sur la rive gauche du ruisseau d'Oubac, entre une carrière et le col de Couret de la Lit (flanc méridional de la vallée de Suponne, près Bagnères-de-Bigorre). Je n'ai pu retrouver cet échantillon dans la collection de M. Frossard et je donne cette indication sous réserve.

Ariège. La wavellite forme de petits sphérolites radiés d'environ 1 mm. de diamètre, dans les fentes d'un schiste argileux du château d'Encourtiech, à 5 km. de Saint-Girons. Le minéral est d'un jaune brunâtre (collection du Muséum).

J'ai vainement cherché la wavellite au Pont de la Taule (au sud de Seix), où Coquand a indiqué son existence (*B. S. G.* IX. 226. 1838), sous forme de globules radiés de près de cinq centimètres dans les fentes d'un calcaire qu'il attribue au secondaire. Au Pont de la Taule, affleurent des calcaires et des schistes dévoniens, et il me paraît fort vraisemblable que le minéral désigné sous le nom de wavellite, n'était autre que la stilbite, si fréquente sous cette forme dans les fentes des roches les plus variées de cette région.

Gisements inexactement cités.

Guyane. — M. Jannettaz a déduit d'analyses de roches de la Guyane (*B. S. M.* VI. 34. 1883) l'existence de la wavellite. Les échantillons examinés et que j'ai trouvés sous ce nom dans la collection du Muséum, sont constitués par la variscite de l'îlot du Connétable, décrite page 483.

Plateau Central. — *Rhône.* Le minéral bleu sphérolitique, indiqué

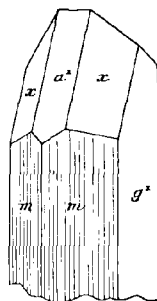


Fig. 3.
Wavellite
de Montebbras.

comme wavellite par M. Gonnard à Montchonay (*Min. Rhône et Loire*. 93. 1906) est la variété de plumbogummite, décrite page 591.

CACOXÉNITE



Orthorhombique.

Facies. La cacoxénite se présente sous forme de petites aiguilles, groupées en houppes et plus rarement sous celle de sphérolites à fibres très serrées.

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2.3 à 2.4.

Coloration et éclat. Jaune paille à jaune brunâtre; la couleur fonce par exposition à l'air. Transparente en lames minces.

Éclat soyeux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë positive (n_g) parallèles à l'allongement des fibres. N est voisin de 1,61.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes jaunes, avec maximum suivant n_g .

Composition chimique. Peut-être la cacoxénite doit-elle être considérée comme un hydrate à 4, 5 molécules d'eau de la dufrénite; la composition correspondant à cette formule $\text{Fe}^2(\text{OH})^3\text{PO}^4 + 4,5\text{H}^2\text{O}$ ou $2\text{Fe}^2\text{O}^3\text{P}^2\text{O}^6 + 12\text{H}^2\text{O}$ est la suivante :

P^2O^5	20,9
Fe^2O^3	47,2
H^2O	31,9
	<hr/> 100,0

Essais pyrognostiques. Comme la vivianite.

Diagnostic. La cacoxénite se distingue facilement, grâce aux réactions associées de l'anhydride phosphorique et du fer, des minéraux jaunes fibreux (prixite, carpholite, uranotile, etc.) avec lesquels on pourrait la confondre au premier abord.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

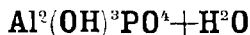
Bretagne. — *Morbihan.* La cacoxénite accompagne la dufrénite de Pluherlin en Rochefort-en-Terre et provient probablement de son

altération ; elle ne s'y est trouvée du reste qu'en petite quantité ; elle y forme des sphérolites à fibres serrées, comme ceux de la dufrénite.

J'ai observé de petits enduits fibreux, d'un jaune-paille, à la surface de cristaux d'apatite et de cassitérite de la Villeder ; examinés au microscope, ils se montrent constitués par des houppes d'aiguilles jaunes pléochroïques.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Je rapporte à la cacoxénite des houppes d'un jaune-paille clair, qui recouvrent parfois les cristaux d'huréaulite de la Vilate, près Chanteloube. J'ai pu en isoler quelques aiguilles et constater qu'elles sont formées par un phosphate hydraté de fer, sans manganèse ; leurs propriétés optiques sont semblables à celles du minéral du gisement précédent. Cette substance constitue à la Vilate une extrême rareté.

TURQUOISE



Cryptocristalline.

Facies. La turquoise forme des masses compactes, concrétionnées, à cassure conchoïdale.

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 2,7 à 2,83.

Coloration et éclat. Bleu de ciel, bleu verdâtre à vert-pomme. Pousière blanche ou verdâtre. Transparente, seulement en lames minces.

Éclat un peu cireux.

Propriétés optiques. En lumière polarisée parallèle, on constate des particules peu biréfringentes, trop petites et trop enchevêtrées pour que leurs propriétés puissent être définies.

$$N = 1,63$$

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $\text{Al}^2(\text{OH})^3\text{PO}^4 + \text{H}^2\text{O}$ ou $2\text{Al}^2\text{O}^3\text{P}^2\text{O}^5 + 5\text{H}^2\text{O}$ est donnée plus loin.

La coloration est due à du cuivre (2 à 7 % CuO). M. Clarke admet que cet oxyde existe sous la forme $2\text{CuO P}^2\text{O}^5 + 4\text{H}^2\text{O}$; M. Penfield (*Am. J. of. Sc.* X. 346. 1900) a fait remarquer que l'isomorphisme de ce sel

de cuivre avec le phosphate d'aluminium est peu vraisemblable et qu'on ne peut admettre un mélange purement mécanique des deux corps, les acides attaquant intégralement le minéral; il a proposé la formule $[(Al,Fe)(OH)_2,Cu(OH),H]^3PO_4$, qui placerait ce minéral à la suite de la klaprothite.

P ² O ⁵	32,6
Al ² O ³	46,8
H ² O	20,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépité et donne de l'eau (à haute température), puis devient brune ou noire. Au chalumeau, devient vitreuse sans fondre. Colore la flamme en vert ou en bleu si le minéral a été humecté d'acide chlorhydrique. Donne la réaction de l'anhydride phosphorique, du cuivre et de l'aluminium. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La couleur est caractéristique de ce minéral. Voir page 481 et plus loin pour la distinction avec la callaïs (variscite) et avec l'odontolite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La turquoise se trouve en veinules dans diverses roches soit éruptives, soit sédimentaires. Le gisement français suivant est de nature différente.

Dans un filon stannifère.

Plateau Central. — *Creuse.* Le filon stannifère de Montebbras en Soumans a fourni en abondance la turquoise, qui y constitue des épigénies de l'amblygonite. Celle-ci devient terne, poreuse, en perdant ses alcalis et son fluor; elle prend une belle coloration bleu de ciel; en même temps, sa structure cristalline disparaît et elle se transforme progressivement en une masse cryptocristalline, souvent mélangée de wavellite; quand l'altération est plus avancée, l'amblygonite est remplacée par une matière caverneuse fragile. L'étude chimique de cette turquoise est à entreprendre. Le cuivre est fourni par l'oxydation d'un sulfure englobé en petite quantité dans la cassitérite.

La turquoise de Montebbras pourrait faire une jolie pierre précieuse si elle n'était aussi poreuse; pendant le polissage, l'émeri remplit ses cavités et une fois taillée, la pierre est tachetée de noir.

ÉVANSITE



Amorphe.

Facies. L'évansite forme des concrétions à surface botroyde ou mamelonnée, des enduits et des masses compactes. Les concrétions sont souvent constituées par des écailles concentriques, imparfaitement appliquées les unes contre les autres.

Dureté. 3, 5 à 4.

Densité. 1,939.

Coloration et éclat. Incolore, blanc de lait, jaune, quelquefois blanche. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux ou résineux; certains échantillons ont l'aspect de la gomme arabique (environs d'Alais).

Propriétés optiques. Au microscope, l'évansite se montre transparente et dépourvue d'action sur la lumière polarisée.

$$n = 1,485.$$

Composition chimique. La formule $\text{Al}^3(\text{OH})^6\text{PO}^4 + 6\text{H}^2\text{O}$ ou $3\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{P}^2\text{O}^5 + 18\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition théorique suivante :

P^2O^5	18,4
Al^2O^3	39,6
H^2O	42,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite et devient d'un blanc opaque, en donnant de l'eau. Infusible au chalumeau. Donne les réactions de l'alumine avec la solution de cobalt.

Facilement soluble dans les acides; difficilement attaqué par eux après calcination.

Diagnostic. La nature amorphe et l'aspect gommeux si fréquent font aisément distinguer l'évansite des autres phosphates d'aluminium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'évansite est un produit d'altération de formation récente se produisant avec des minéraux ferrugineux dans des galeries de mines et dans des couches sédimentaires.

1° *Dans les formations sédimentaires.*

Champagne. — *Marne.* Delesse a décrit sous le nom de *phosphate d'alumine de Bernon*, près Épernay, un minéral, qui me paraît identique à l'évansite, bien que l'analyse de Delesse (*A.M.* VI. 480. 1844) donne une quantité d'eau supérieure à celle exigée par la formule indiquée plus haut (phosphate d'aluminium 46 ; eau 49 ; calcaire 5 %) ; il est probable que la matière analysée n'avait pas été suffisamment desséchée.

Les échantillons de ce gisement, que j'ai examinés, consistent en enduits blancs concrétionnés isotropes, recouvrant une gangue calcaire et ferrugineuse, qui provient de l'argile plastique sparnacienne. Je n'ai pu isoler une quantité de substance suffisante pour en faire une analyse complète. C'est ce minéral que, sur la foi d'une analyse inexacte de Lassaigue, Adam a proposé d'appeler *bernonite* (voir tome III, p. 803).

2° *Dans les galeries de mines.*

Cévennes. — *Gard.* Une petite quantité d'évansite a été rencontrée dans une galerie de mine de Fontanès près Alais. Ce minéral y formait des masses concrétionnées, d'un jaune parfois assez foncé, dont la cassure et l'aspect rappellent la gomme arabique.

Corbières. — *Hérault.* J'ai rencontré à la surface de mamelons de limonite de Vieussan des enduits blancs, jaunes ou bleuâtres d'un phosphate d'alumine hydraté colloïde à rapporter à l'évansite.

ROSIÉRÉSITE

Berthier a publié l'analyse suivante (*A. M.* XIX. 669. 1841) d'un curieux minéral, trouvé dans une ancienne galerie de la mine de Rosières, à 1 km. Est de Carmaux.

Les filons de Rosières, depuis longtemps abandonnés, se trouvent dans les schistes cristallins ; leur gangue est quartzreuse ; ils renferment de la panabase, de la cuprite, du chrysocole, de la malachite, de la chessylite et enfin de la molybdénite.

P ² O ⁵	25,5
As ² O ⁵	tr.
Al ² O ³	23,0
PbO	10,0
CuO	3,0
H ² O	38,0
	99,5

Ce minéral a été rencontré sous forme de stalactites longues de plusieurs décimètres et atteignant 4 centimètres de diamètre.

Leur centre est poreux, d'un jaune pâle, à cassure mate et grenue (1 à 2 centimètres) ; à l'extérieur se trouve une couche de 5 millimètres, compacte, à cassure inégale et luisante, d'un brun de résine pâle. La plus grande partie de la stalactite est constituée par des zones concentriques d'un jaune verdâtre, à aspect grenu et terreux. Tout à fait à la périphérie, il existe parfois des zones vertes, riches en arséniate de cuivre.

La substance donne de l'eau dans le tube, durcit sans fondre, puis noircit ; par calcination, elle devient incolore. Elle est très facilement soluble dans l'acide azotique ; dans l'acide chlorhydrique, elle se dissout en laissant un résidu de chlorure de plomb.

La densité d'un échantillon, que j'ai étudié, est de 2,2, son indice de réfraction, d'environ 1,50. Ce minéral est sans action sur la lumière polarisée ; il est transparent en lames minces et d'apparence homogène. Je propose de le désigner sous le nom de *rosiérésite*, car il n'est pas possible de le considérer comme une variété de plumbogummite. Peut-être est-ce là une évansite plombifère et cuprifère.

Je rattache à la même substance un phosphate hydraté d'aluminium plus ou moins plombifère et ferrifère formant des pellicules nacrées et irisées d'un jaune-paille, dans les cavités d'agrégats coralloïdes de pyromorphite de Huelgoat (*Finistère*). Elles se montrent transparentes au microscope.

PRIXITE



Hexagonale ?

Facies. La prixite se présente uniquement sous la forme d'aiguilles flexibles, lâchement accolées et rappelant l'asbeste.

Coloration et éclat. Jaune paille, éclat soyeux quand le minéral est frais.

Propriétés optiques. Les cristaux extrêmement fins sont très peu biréfringents; ils s'éteignent suivant leur allongement, qui est de signe *négalif*.

Pléochroïsme. Pléochroïsme extrêmement faible, avec maximum d'absorption suivant n_p .

Composition chimique. La formule $4,5Pb^3[AsO_4]^2.(AlPO_4).10Pb(Cl,OH)^2+2H^2O$ ou $4,5(3PbOAs^2O^5).Al^2O^3P^2O^5.1,5PbCl^2.8,5PbOH^2O+2H^2O$. correspondant à la composition *a*, dans le cas où le rapport $PbO : CaO = 8 : 1$, a été déduite de l'analyse *b*, faite par M. Pisani sur une petite quantité de matière, dont j'ai vérifié la pureté.

	<i>a</i>	<i>b</i>
As ² O ⁵	17,2	16,00
P ² O ⁵	1,7	2,06
PbO	66,9	73,50
Pb	4,9	»
CaO	3,1	2,25
Al ² O ³	1,6	1,49
Cl	1,6	1,43
H ² O	3,0	2,78
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100,0	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 99,51

Essais pyrognostiques. Comme la mimétite, mais donne de l'eau dans le tube et fournit les réactions microchimiques du calcium et de l'aluminium.

Diagnostic. Les caractères extérieurs font ressembler la prixite à certaines variétés de carpholite, de cacoxénite; elle s'en distingue aisément par les essais pyrognostiques. La structure, la teneur élevée en eau et faible en chlore ne permettent pas de la confondre avec la mimétite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Morvan. — *Nièvre et Saône-et-Loire.* Le filon de galène des Moléras, traversant les communes de Saint-Prix-sous-Beuvray (*Saône-et-Loire*) et de Glux (*Nièvre*), a fourni un curieux arséniate de plomb, signalé dès la fin du xviii^e siècle, par Guyton de Morveau (*Mém. Ac. Dijon*, 1783. 41), puis par de Champeaux (*J. M.* X. 543. 1800). Il a été regardé comme une variété fibreuse de mimétite. Leymerie lui a donné le nom de *prixite* (*Minér.* II. 302. 1867) en le considérant, inexactement d'ailleurs, comme renfermant 10 % d'eau. L'analyse donnée plus haut permet de montrer qu'il constitue une espèce dis-

tinete de la mimétite, contenant à la fois un peu de phosphate d'aluminium et une importante proportion d'hydrate de plomb, avec sans doute une molécule d'eau.

La prixite forme des fibres d'un jaune paille, quelquefois réunies à axes parallèles en groupements divergents, mais parfois aussi s'enchevêtrant en masses cotonneuses si ténues, qu'elles se soulèvent au moindre souffle, lorsqu'on brise les échantillons dans lesquels elles se trouvent. Elle constitue le minéral le plus récent de géodes tapissées de cristaux de quartz et de fluorine ou dans des cavités cubiques, laissées vides par la disparition de cristaux de galène.

Ce minéral ne se rencontre plus que dans les vieilles collections. Une tentative infructueuse de reprise de la mine de Saint-Prix, faite en 1909 par M. Marlot, n'a fourni que quelques échantillons, dont j'ai pu à grand peine isoler une petite quantité de matière qui, jointe à celle que j'ai extraite d'échantillons dus à M. Berthier, a servi à l'analyse donnée plus haut.

FOUCHÉRITE



Amorphe.

Facies. La fouchérite forme des masses compactes, sans apparence de cristallinité.

Dureté. 3, 5.

Densité. 2, 7.

Coloration et éclat. Brun rouge. Aspect terne dans la cassure, qui se polit par le frottement de l'ongle.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition *a*, quand le rapport $\text{Fe}^2\text{O}^3 : \text{Al}^2\text{O}^3 = 6 : 1$; elle a été déduite de l'analyse *b*, faite par M. Pisani sur l'échantillon de fouchérite de Fouchères, que j'ai étudié.

	<i>a</i>	<i>b</i>
P ² O ⁵	20,08	19,50
Fe ² O ³	38,04	38,50
Al ² O ³	4,84	4,50
CaO.....	7,98	7,71
H ² O.....	29,06	28,50
	100,00	98,71

J'ai fait faire cette nouvelle analyse, afin de vérifier celle donnée jadis par Berthier (*A. M.* IX. 519. 1836) : P^2O^5 16,0 ; Fe^2O^3 46,5 ; H^2O (à 100°) 9,0, (au rouge) 17,0, $CaCO^3$ 9,0 ; SiO^2 et sable 1,5 = 99,0. Berthier ne donnant aucun détail sur sa méthode analytique et, d'autre part, le minéral que j'ai examiné ne faisant pas effervescence avec les acides, il m'a paru vraisemblable que l'anhydride carbonique avait dû être estimé par différence, le minéral étant considéré par Berthier comme ne pouvant être constitué que par du phosphate ferrique. On voit que l'analyse récente confirme cette hypothèse.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube; fond en une masse noire, magnétique. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Ce minéral se distingue de la delvauxite par sa moindre teneur en eau et par l'existence du calcium.

Il ressemble beaucoup à la *borickite* et il n'est pas certain que les deux minéraux soient distincts, mais dans tous les cas, le nom de *fouchérite* doit avoir la priorité, puisqu'il a été proposé un an avant le précédent, créé par Dana en 1868.

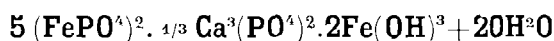
GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Champagne. — *Aube.* La fouchérite forme des rognons dans les sables ligniteux inférieurs au calcaire à spatangues néocomien de Fouchères; Berthier en a fait, en 1836, l'analyse citée plus haut, sans lui donner de nom spécial.

Dans la première édition de sa Minéralogie (II. 318. 1859), Leymerie le range à la suite de la delvauxite, puis dans la seconde édition (II. 340. 1867), il en fait une espèce distincte, qu'il appelle la *fuchérite*, par suite d'une faute d'impression, le nom correct devant évidemment être *fouchérite*.

Les recherches que j'ai fait faire dans ce gisement n'ont pas permis de retrouver ce minéral, dont il existe des fragments dans quelques vieilles collections; c'est un de ceux-là que j'ai examiné.

EGUÉÏTE



Amorphe.

Facies. Ce minéral forme de petits nodules de la grosseur d'une

noisette, à structure fibrolamellaire, allant du centre à la périphérie.

Dureté. Très fragile.

Densité. 2,60.

Coloration et éclat. Jaune brunâtre. Poussière jaune.

Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. Monoréfringente, avec çà et là quelques plages biréfringentes.

$$n = 1,65$$

Composition chimique. La formule $5 (\text{FeP O}_4)^2 \cdot \frac{1}{3} \text{Ca}^3 (\text{PO}_4)^2 \cdot 2\text{Fe}(\text{OH})^3 + 20 \text{H}_2\text{O}$ correspond à la composition *a* ; elle a été déduite de l'analyse *b* du minéral de l'Éguéï faite par M. Pisani (*in* Garde. *op. cit.*).

	<i>a</i>	<i>b</i>
P ² O ⁵	31,5	30,30
Fe ² O ³	46,7	44,20
Al ² O ³	»	1,50
CaO.....	2,3	2,28
H ² O	19,5	20,47
insol.....	»	0,75
	<hr/>	<hr/>
	100,0	99,50

Essais pyrognostiques. Dans le tube, noircit et donne beaucoup d'eau. Fond sur les bords à la flamme d'une bougie ; au chalumeau fond en bouillonnant et donne un globule noir brillant.

Soluble à froid dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Se distingue de la fouchérite par son éclat vitreux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Soudan. — *Eguéï.* Ce minéral a été décrit (*C. R.* CXLVIII. 1616. 1909) par M. G. Garde, qui l'a trouvé dans les argiles à faune récente de Koukourdei (Bir Salado), à environ 15 km. au Sud de Hangara dans l'Éguéï, région située à 300 km. au Nord-Est du Tchad. Ces argiles sont imprégnées de trona et de thénardite.

Ce minéral forme des nodules sphériques, atteignant 1 cm. de diamètre ; ils sont quelquefois homogènes et se délitent sous la pression du doigt en petites pyramides, ayant leur sommet au centre, mais parfois celui-ci est noir, comme scoriacé et présente des cavités que tapissent de petits cristaux incolores d'un phosphate de fer monoclinique, dont la détermination n'a pu être précisée, faute d'une quantité suffisante de matière.

Si dans l'analyse donnée plus haut, on calcule le fer sous forme de protoxyde, et qu'on l'ajoute à la chaux, le rapport des oxydes à l'anhydride phosphorique se rapproche de celui d'un phosphate tribasique. Il est donc très vraisemblable que ce minéral n'est autre chose que le résultat de l'oxydation totale du fer d'une vivianite, oxydation accompagnée d'une perte d'eau. La structure fibrolamellaire est d'ailleurs celle que possède la vivianite sédimentaire. Si l'on tient compte de ce fait que M. Garde a recueilli ces échantillons à la surface du sol, où ils étaient soumis à l'action brûlante du soleil tropical, on jugera cette hypothèse vraisemblable.

Il me paraît commode d'employer un nom univoque pour désigner le résultat ultime de l'oxydation de la vivianite, dont les stades peu accentués se rencontrent si fréquemment ; je propose celui d'*éguéïte*.

Le phosphate ferrique et calcique, qui se rapproche le plus de ce minéral, est la *fouchérite* : les différences de composition chimique sont trop grandes entre ces deux espèces pour qu'il soit possible de les réunir.

DELVAUXITE



Amorphe.

Facies. La delvauxite constitue des masses concrétionnées ou compactes.

Dureté. Se raye à l'ongle.

Densité. 1,85.

Coloration et éclat. Brun jaune à brun rouge presque noir. Opaque.

La cassure est mate, mais devient brillante par frottement.

Composition chimique. La formule $\text{Fe}^4(\text{OH})^6(\text{PO}^4)^2 + 17\text{H}^2\text{O}$ ou $2\text{Fe}^2\text{O}^3\text{P}^2\text{O}^5 + 20\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition centésimale suivante *a*).

Analyses de la delvauxite de Berneau *b*) par Dumont (*L'Institut*, 1839. 121), *c*) par Delvaux (*Bull. Ac. Sc. Belg.*, 147. 1838.)

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
P ² O ⁵	17,3	16,57	18,20
Fe ² O ³	38,9	36,62	40,44
H ² O.....	43,8	46,81	41,13
	<u>100,0</u>	<u>100,00</u>	<u>99,77</u>

D'après Church (*Chem. News* X. 157. 1864), la delvauxite perdrait 20 % d'eau sur l'acide sulfurique et 6 % ensuite à 100° ; la quantité d'eau réellement contenue dans le minéral ne serait alors que de 10 à 11 %.

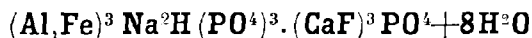
Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme la *fouchérite*, mais avec les réactions du calcium en moins.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Belgique**]. La delvauxite a été trouvée dans la mine de Berneau près Visé, où elle forme des masses compactes et plus rarement des pseudomorphoses de gypse (M. Cesàro).

Bien qu'il n'ait été rencontré dans aucun gisement français, je signale ici ce minéral belge à cause de l'analogie de ses caractères extérieurs avec la *fouchérite*.

MORINITE



Monoclinique.

Facies. La morinite forme des masses lamellaires et très rarement de petites aiguilles allongées suivant l'axe vertical, constituées par des faces prismatiques si cannelées qu'elles donnent des réflexions continues ; elles sont terminées par une facette oblique [p (001)].

Clivages. Clivage facile suivant h^1 (100).

Dureté. 4.

Densité. 2,94.

Coloration et éclat. Rose vineux à rose-chair. Poussière blanche. Transparente à translucide.

Éclat nacré sur le clivage, vitreux dans les autres directions.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* (n_p), faisant dans g^1 (010) un angle d'environ 30° avec l'axe vertical dans l'angle obtus de $p h^1$.

$$\begin{aligned} n &= 1,55 \text{ à } 1,56 \\ 2E &= 40^\circ \text{ environ} \end{aligned}$$

Composition chimique. La formule $(\text{Al,Fe})^3 \text{Na}^2\text{H}(\text{PO}^4)^3 \cdot (\text{CaF})^3 (\text{PO}^4) + 8 \text{H}^2\text{O}$, correspond à la composition *a*).

b) analyse de la morinite par M. Ad. Carnot (*B. S. M.* XXXI, 150).

1908), déduction faite de 0,20 de H²O, perdus à 120° C. et de 1,50 de quartz.

	<i>a</i>	<i>b</i>
P ² O ⁵	32,06	33,50
Al ² O ³	17,27	17,80
Ca.....	13,54	13,80
Na ² O.....	6,99	5,20
Li ² O + MgO....	»	tr.
F.....	12,87	13,20
H ² O.....	17,27	17,90
	100,00	101,40

La formule donnée plus haut comprend deux termes ; le premier correspond à trois molécules d'amblygonite, dont le lithium serait remplacé par du sodium et de l'hydrogène ; le second comprend une molécule d'amblygonite, dans laquelle l'aluminium et le lithium auraient été remplacés par le radical (CaF).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégagement de l'eau très acide, qui corrode le verre. Facilement fusible au chalumeau. Attaquable par les acides.

Diagnostic. Les propriétés physiques, jointes à l'abondant dégagement acide dans le tube, sont caractéristiques de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse.* J'ai décrit sommairement ce minéral (*B. S. M.* XIV. 187. 1891), d'après des échantillons provenant de Montebbras en Soumans, que je devais à M. Morineau, auquel je l'ai dédié. Tout récemment, nous avons, M. Ad. Carnot et moi (*B. S. M.* XXXI. 149. 1908) précisé sa composition chimique.

La morinite n'a été rencontrée qu'une seule fois, en 1890, dans le gisement stannifère de Montebbras, où elle forme, soit dans le quartz, soit plus souvent dans l'amblygonite, de petites masses de quelques centimètres de diamètre : elles sont lamellaires, d'un rose un peu vineux, translucides, plus rarement opaques, exceptionnellement creusées de géodes. Ce minéral est un produit de la décomposition de l'amblygonite ; il est souvent associé à de la wavellite et à du quartz de genèse contemporaine et exceptionnellement à de la cassitérite et à de la soumansite, qui est de formation plus ancienne.

SOUMANSITE

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 542,49 \quad D = 707, 107.$$

$$[a : c = 1 : 0,7672 (Lx)].$$

Formes observées. $h^1(100)$; $b^{1/2}(111)$.

$$\begin{bmatrix} b^{1/2} \text{ s. } p & 85^{\circ}20' \\ b^{1/2} h^1 & 121^{\circ}20' \end{bmatrix}$$

Facies. Je n'ai observé ce minéral que sous forme de cristaux à facies octaédrique (fig. 2). Les faces $b^{1/2}$ sont striées horizontalement.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,87.

Coloration et éclat. Incolore. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Une section parallèle à la base montre des plages uniaxes et positives (n_g), mais il en existe aussi d'autres s'éteignant suivant les diagonales de la face; elles présentent des axes écartés, mais d'angle variable suivant les points considérés (2E atteint 70°). La figure 1 permet de comprendre comment l'uniaxie est produite par l'entrecroisement de ces plaques biaxes, dont les contours sont toujours vagues.

Les indices de réfraction sont intermédiaires entre 1,55 et 1,56.

Composition chimique. Je n'ai pu, faute d'une quantité suffisante de matière, étudier ce minéral d'une façon complète. Il a été possible seulement de constater, par des essais qualitatifs, qu'il constitue un fluophosphate d'aluminium et de sodium avec de l'eau ou de l'hydroxyle. Un dosage sommaire a été fait par M. Pisani sur 40 milligrammes de substance: P^2O^5 31,5; Al^2O^3 36,5; et par suite, par différence, Na^2O (avec un peu de K^2O) + F + H^2O 32 %.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et les réactions du fluor. Au chalumeau, fond en chou-fleur et colore la flamme en jaune intense.

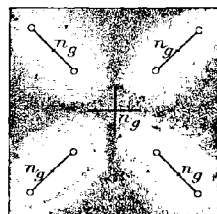


Fig. 1.
Section parallèle à $p(001)$
de la soumansite.

Plus difficilement attaquable par les acides que la morinite.

Diagnostic. La forme distingue aisément ce minéral de la morinite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse.* Je donne le nom de *soumansite* à ce minéral, dont j'ai trouvé un seul échantillon, dans la mine d'étain de Montebbras en Soumans. Il tapisse les cavités de corrosion d'une masse laminaire d'amblygonite. Les cristaux, représentés par la figure 2, sont implantés d'une façon irrégulière sur la paroi; leurs faces sont ternes; celles de la pyramide semblent constituées par l'empilement de lames parallèles à la base régulièrement croissantes à partir du sommet: il en résulte, sur ces faces, des stries parallèles aux arêtes $p^{1/2}$: aussi ai-je dû, pour effectuer leur mesure, coller de petites lamelles de verre à leur surface.

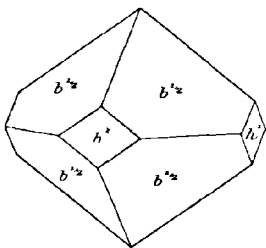


Fig. 2.

Soumansite de Montebbras.

Ces cristaux sont associés à de gros prismes de quartz un peu enfumé, à faces ternes, et on peut constater que la géode a été, à un moment donné, plus ou moins complètement remplie par de la morinite, actuellement altérée et tombant en poussière.

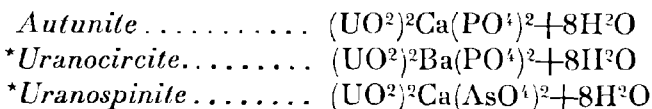
J'ai dû sacrifier une partie de cet échantillon pour déterminer les propriétés données ci-contre; elles rectifient les quelques lignes que j'ai publiées autrefois sur ce minéral, dans la description préliminaire de la morinite (*B. S. M.* XIV. 189. 1901).

Je place provisoirement la soumansite à la suite de la morinite, mais sa position dans la systématique est peut-être tout autre.

GROUPE DE L'AUTUNITE

Ce groupe est constitué par deux familles de minéraux possédant un clivage micacé suivant la base; l'une est quadratique et l'autre orthorhombique, mais avec forme limite quasi-quadratique.

Famille orthorhombique.



Famille quadratique.

Chalcolite..... $(\text{UO}^2)_2\text{Cu}(\text{PO}_4)_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

Zeunérite..... $(\text{UO}^2)_2\text{Cu}(\text{AsO}_4)_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

AUTUNITE



Orthorhombique : $mm = 90^\circ 43'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 1014,561 \quad D = 711,539 \quad d = 702,646$

$[a : b : c = 0,9875 : 1 : 1,4259]$

Formes observées. p (001) ; m (110).

Macles. Macles fréquentes suivant m (110) de deux individus (fig.1), s'interpénétrant souvent.

Facies. L'autunite se présente rarement en cristaux mesurables. Le plus souvent, elle forme des lames (fig. 2), des masses écailleuses, micacées, parfois groupées en éventail (fig. 2).

Clivages. Clivage micacé suivant p (001) ; traces suivant h^1 (100), g^1 (010), m (110). Ces derniers clivages sont très distincts au microscope.

Dureté. 2, à 2,5. Fragile.

Densité. 3,05 à 3,9.

Coloration et éclat. Jaune citron à jaune de soufre, avec souvent, par places, une teinte verdâtre ou vert vif un peu fluorescente. Poussière jaune. Transparente en lames minces.

Éclat nacré très vif sur le clivage p (001), presque adamantin sur les autres faces. Les cristaux deviennent ternes par longue exposition à l'air.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë négative (n_p) normale à p (001). L'écartement des axes varie avec la provenance et avec la température. Forte dispersion $\rho > v$. Les indices suivants ont été mesurés (Na) sur un cristal de Saint-Symphorien-de-Marmagne.

$n_g = 1,577$ (ML. et Lx.)

$n_m = 1,575$

$n_p = 1,553$

$n_g - n_p = 0,024$, d'où $2V = 33^\circ 10'$

$2E$ (obs.) = $59^\circ 46'$ à $60^\circ 54'$ à 20 C. (rouge)

$50^\circ 12'$ à $54^\circ 10'$ à 91° C. (Dx.),

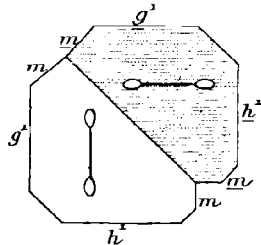


Fig. 1.
Macle suivant m (110) de l'autunite. Section basique.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net.

$$\begin{aligned} n_g &= n_m = \text{jaune d'or} \\ n_p &= \text{incolore.} \end{aligned}$$

Composition chimique. La formule $(\text{UO}^2)^2\text{Ca}(\text{PO}^4)^2 + 8\text{H}_2\text{O} = \text{CaO} \cdot 2\text{UO}^3 \cdot \text{P}^2\text{O}^5 + 8\text{H}_2\text{O}$ correspond à la composition *a*).

Analyses de l'autunite : *b*) de Saint-Symphorien-de-Marmagne par Berzélius (*P. A. I.* 379. 1844).

c) par Werther (*J. f. prakt. Chem.* XLIII. 332. 1848).

d) par Laugier (*A. C. P.* XXIV. 239. 1823).

e) par M. Pisani (*C. R.* LII. 818. 1861).

f) et *g*) par Church (*J. Chem. Soc.* XXVIII. 109. 1875).

h) de Madagascar par M. Jannettaz (*B. S. M.* X. 47. 1887).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>
P ² O ⁵	15,5	14,63	14,00	14,5	14,0	14,32	13,40	14,93
UO ³	62,7	59,37	63,28	55,0	59,0	61,34	60,84	55,08
CaO	6,1	5,66	5,86	4,6	5,8	5,24	5,31	6,51
BaO	»	1,51	1,03	»	»	»	»	»
Fe ² O ³	»	»	»	3,0	»	»	»	1,36
H ² O	15,7	14,90	14,30	21,0	21,2	19,66	20,33	22,08
gangue	»	2,85	»	»	»	»	»	»
	<u>100,0</u>	<u>98,92</u>	<u>98,47</u>	<u>98,1</u>	<u>100,0</u>	<u>100,56</u>	<u>99,88</u>	<u>99,96</u>

Les dernières analyses indiquent un excès d'eau sur la formule. Church a montré que le minéral chauffé à 100° perd 14% (8 à 9% sur l'acide sulfurique et 5% dans le vide), le reste de l'eau part au rouge.

Radioactivité. Mademoiselle Gleditsch a bien voulu me communiquer le résultat de ses plus récentes recherches, faites dans le laboratoire de Madame Curie, modifiant légèrement les nombres qu'elle a publiés antérieurement (*Le Radium*, 1909. 165) ; un échantillon d'autunite de l'Autunois (Les Riaux), renfermant 47, 2 % d'uranium, contient 0 gr., 000012 % de radium. L'autunite du Tonkin en renferme à peu près la même proportion (0,0000122 de radium pour 47,10 d'uranium).

M. Szilard a constaté (*Le Radium*, 1909.80) l'existence de l'actinium et de l'ionium dans l'autunite de l'Autunois ; Mademoiselle Gleditsch, en me signalant qu'elle a observé le polonium dans celle du Tonkin, m'a fait remarquer que ces trois corps doivent exister en minimales proportions dans le minéral de ces deux régions.

Phosphorescence. D'après M. Szilard, l'autunite du Tonkin devient très phosphorescente sous l'influence du rayonnement du radium, propriété que ne possède pas celle de l'Autunois.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ¹. Fusible au chalumeau en un globule noir. Avec le sel de phosphore, donne une perle jaune à chaud, verte à froid (feu réducteur).

Soluble dans l'acide azotique et dans le carbonate d'ammoniaque.

Diagnostic. La couleur, les propriétés optiques des lames de clivage, jointes aux réactions de l'uranium, sont caractéristiques. Les variétés vertes se distinguent de la chalcolite par leur biaxie, les réactions du calcium, et l'absence de celles du cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'autunite est un minéral secondaire des pegmatites, des aplites ; elle se trouve généralement sous forme de paillettes disséminées dans la roche, tapissant ses fentes ou celles des roches voisines. Elle est en général de formation récente, produite par la décomposition de minéraux uranifères primordiaux, dont les traces ne se voient généralement pas aux affleurements.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De jolies paillettes (*p m h*¹) d'autunite ont été trouvées par M. Baret dans les pegmatites à beryl et tourmaline d'Orvault (*op. cit.*, 189. 1899).

Pyénées. — *Haute-Garonne.* Petites lamelles jaunes dans les pegmatites à beryl et andalousite du Val de Burbe près Luchon.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsандаux a trouvé des lamelles d'autunite dans un accident minéralogique des pegmatites du Clap près Castelnau de Brassac, riche en lépidolite, rubellite, etc. (*B. S. M.* XXIV. 429.1901).

Corrèze. L'autunite a été rencontrée en petite quantité dans le gisement stannifère de Meymac et dans la pegmatite d'une carrière exploitée pour l'entretien des routes près du Pont de la Védrenne.

M. Puyaubert m'a signalé des paillettes du même minéral dans la granulite du Pont Neuf, à 5 km. de Corrèze ; elles sont accompagnées de lamelles vertes, peut-être constituées par de la chalcolite.

Loire. MM. Blanc et Courty m'ont communiqué des lamelles d'au-

1. Entre 75° et 85°, l'autunite devient uniaxe en perdant de l'eau ; puis, à une température élevée, elle en perd une nouvelle quantité et les axes optiques deviennent plus écartés que dans l'autunite normale. C'est la *métaautunite* de M. Rinne.

tunite se rencontrant dans les pegmatites de la colline du Calvaire de Saint-Bonnet-le-Château et dans leurs fissures kaolinisées (sur l'emplacement de la manufacture d'armes).

Puy-de-Dôme. L'autunite et la chalcocite ont été signalées par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV. 223. 1891) dans la granulite de Farérolles près Bourg-Lastic ; leurs lamelles sont irrégulièrement distribuées avec apatite, mispickel, fluorine, etc.

M. Boubée a rencontré le même minéral dans un filon de quartz traversant le granite de Saint-Martin, près Ambert (*B. S. M.* XXVIII. 243. 1905).

Haute-Vienne. L'autunite est assez abondante dans les fentes des pegmatites du Limousin et imprègne quelques-uns de leurs éléments, la triplite, le béryl par exemple. Les gisements à citer sont : les environs de Chanteloube en Razès (notamment carrière située à 200 m. du village et la Vilate), Pont de Barost, Larmont et Chabanne en Saint-Sylvestre, Compreignac (Chatenet, Vénachat, Angelard), Saint-Yrieix, les environs de Limoges ; la vallée de la Briance, Beaune (puits Mazaurand), dans le gneiss.

Le même minéral a été trouvé à Vaulry dans la granulite, au contact d'un filonnet de fluorine, n'ayant pas plus de 5 cm. d'épaisseur et distinct des filons stannifères.

Rhône. Beudant cite (*Min.* 1832. 573) l'autunite dans le granite des environs de Chessy.

Saône-et-Loire. L'autunite a été découverte à Saint-Symphorien-de-Marmagne par de Champeaux, qui a fourni des renseignements précis sur son gisement [(*J. M.* IX. 529. 1800) : j'ai donné l'historique de cette question (*Bull. soc. hist. nat. Autun* XVI. 134. 1903)] et on a observé dans la granulite décomposée ainsi que dans le gneiss de petits filonnets dépassant rarement 2 cm. d'épaisseur. Le gisement précis se nomme L'ouche d'Jau ; on en a extrait de magnifiques agrégats miarolitiques de lamelles dans les cavités desquelles se rencontrent de beaux groupements flabelliformes (fig. 2) ; la collection du Muséum possède un échantillon de ce genre ne pesant pas moins de 800 gr. L'autunite imprègne aussi, sous forme de paillettes, le granite, lui-même assez altéré. Des recherches récentes (de Chaignon, *Bull. Soc. Sc. nat. Autun* XV. 39 et 220. 1902) n'ont permis de retrouver dans ce gisement que de très médiocres échantillons. Le minéral a été décrit en 1819 sous le nom de *sel à base de chaux où l'urane joue le rôle d'acide*, par Berzélius (*Neues System Min.* 295) qui, en 1823, fixa sa véritable

nature et le dénomma *uranite* (*Jahresb. Fortsch. Chem. u. Miner.* IV. 46). Le nom d'*autunite* a été proposé en 1852 par Brooke et Miller (*Introd. to Miner.* 519) pour éviter la confusion résultant de l'emploi du terme d'*uranite* pour désigner soit le type calcique (*autunite*) soit le type cuprifère (*chalcolite*) ; il doit être considéré comme rappelant l'Autunois plutôt qu'Autun, dont les gisements importants sont distants d'un assez grand nombre de kilomètres.

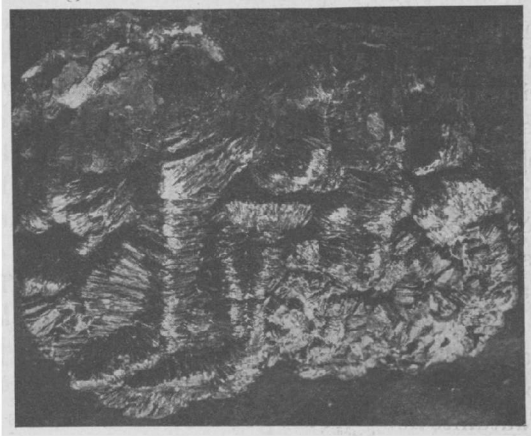


Fig. 2.
Groupe de cristaux d'autunite de Saint-Symphorien-de-Marmagne. (Photographie grandeur naturelle.)

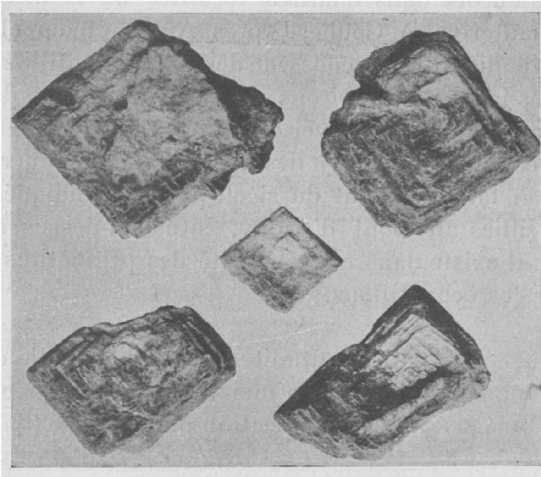


Fig. 3.
Cristaux d'autunite des Riaux.
(Grossissement de trois diamètres.)

Depuis quelques années, des recherches actives ont été faites dans la région de Marmagne afin de trouver l'autunite, qui y a été découverte dans de nombreux gisements du même genre que les précédents ; elle est utilisée pour l'extraction du radium. J'ai visité en 1905 une exploitation, abandonnée depuis, située à la Troche, près la gare de Marmagne ; le granite à muscovite de cette

localité renferme par places de grosses enclaves de schistes micacés ; elle

est très altérée. L'autunite y est localisée en veinules ayant en moyenne 1 cm. d'épaisseur ; elle est souvent accompagnée d'une argile boliaire brune. La veinule, qui a été découverte pendant ma visite, a été suivie sur près de 1 m. 50 et a fourni de magnifiques échantillons à cristaux flabelliformes, ainsi que des cristaux distincts (fig. 3). D'après les renseignements recueillis auprès d'un vieil aubergiste de Marmagne, ce gisement était connu depuis longtemps dans le pays par les habitants, qui l'exploitaient clandestinement, et il est vraisemblable qu'un très grand nombre des échantillons, entrés depuis cinquante ans dans les collections et indiqués comme provenant de Saint-Symphorien-de-Marmagne, ont été en réalité recueillis à la Troche.

Un autre gisement, situé aux Riaux en Saint-Symphorien-de-Marmagne, est actuellement exploité activement par M. Marlot, qui a bien voulu m'y guider et me fournir depuis un très riche matériel d'étude. L'autunite ne s'y trouve pas seulement dans les fentes d'un granite à deux micas, pegmatique par places (avec apatite), mais il l'imprègne encore complètement ; on rencontre des fentes de plusieurs décimètres carrés recouvertes par des croûtes de cristaux d'une fraîcheur et d'une couleur admirable. L'autunite est parfois mélangée à de la psilomélane.

L'autunite est connue encore dans d'autres localités de la même région : à Marnay, à Hauterive, à Couhard près Autun, mais elle ne s'y trouve qu'en petite quantité. J'en possède de petits échantillons, qui auraient été trouvés jadis aux environs de Charmoy, mais des recherches récentes n'ont pu faire retrouver ce gisement.

Enfin, M. Braly m'a communiqué de jolies croûtes de ce minéral provenant d'une collection faite au début du siècle passé, et indiquées comme ayant été recueillies au pont d'Ajouy, situé au-dessus de Broye et sous Montjeu ; il existe dans cette localité des pegmatites à béryl, qui ont pu fournir ces échantillons.

Madagascar. — Un échantillon d'autunite, semblable à celle de l'Autunois, a été donné au Muséum, il y a une vingtaine d'années, comme provenant de Madagascar, sans indication plus précise (analyse *h*).

Depuis lors, ce minéral a été trouvé en place dans les pegmatites à rubellite de Maharitra (Massif du Mont Bity). MM. Lefeuvre et Rosamoël m'ont communiqué des paillettes du même minéral, qui est abondant dans les fentes d'une argile reposant sur les gneiss, des bords

de la Fitatabana, à 10 km. au Sud d'Antsirabé. Ce gisement mériterait une étude approfondie.

Tonkin. — M. Dupouy a donné au Muséum de magnifiques échantillons d'autunite géodique, dont j'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 259. 1908) la ressemblance avec ceux de l'Autunois. Elle possède souvent une teinte verdâtre très vive (Voir à phosphorescence).

Ce minéral tapisse le granite à muscovite du massif de Pia-Ouac, notamment à Cao-Son, dans le secteur de Nguyen-Binh (territoire militaire de Cao-Bang).

J'ai examiné récemment un échantillon semblable, mais implanté sur du quartz filonien, provenant de Beau-Site, localité située à une trentaine de kilomètres du gisement précédent.

URANOCIRCITE

L'uranocircite présente tous les caractères et toutes les propriétés physiques de l'autunite ; sa densité seule est plus grande (3,53) ; au point de vue chimique, le baryum y remplace le calcium. M. Gaubert a montré (*B. S. M.* XXVII. 222. 1904) qu'on la distingue rapidement de l'autunite en attaquant une lamelle par l'acide chlorhydrique et en laissant cristalliser le chlorure de baryum formé, dont les cristaux s'orientent généralement sur le minéral.

L'uranocircite n'a pas été trouvée dans les gisements français, mais les analyses *b*) et *c*) citées page 544 montrent que certaines autunites de l'Autunois sont barytifères et constituent ainsi un passage à ce minéral. C'est là une indication, sur laquelle il y a lieu d'appeler l'attention des minéralogistes.

FRITZSCHÉITE

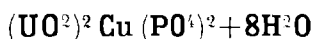
Breithaupt a incomplètement décrit (*Berg-u. hütt. Zeitung.* XXIV. 302. 1863) sous le nom de *fritzschéite* un minéral voisin de formes de l'autunite, possédant une couleur brune à rouge hyacinthe et une densité de 3,504 ; il le considérait comme une autunite manganésifère et vanadifère.

Breithaupt indique que cette substance accompagne l'autunite ou la chalcolite de divers gisements et notamment de l'Autunois ; je l'ai vainement cherchée dans les nombreux échantillons que j'ai vus

dans beaucoup d'anciennes collections ; elle n'existe pas dans la collection minéralogique de l'École des mines de Freiberg et son existence me paraît quelque peu douteuse.

CHALCOLITE

(TOBERNITE)



Quadratique.

$$b : h = 1000 : 2076,13 \quad D = 707,107$$

$$[a : c = 2,9361 \text{ (Schrauf)}].$$

Facies. Les cristaux de chalcopite se présentent sous forme de petites lames quadratiques, aplaties suivant la base. Ce minéral constitue aussi des agrégats de lames très minces, fréquemment gondolées et dépourvues de contours géométriques.

Clivages. Clivages, parfait, micacé, suivant $p(001)$; faciles suivant $h^1(100)$.

Dureté. 2 à 2,5. Fragile.

Densité. 3,4 à 3,6.

Coloration et éclat. Vert émeraude à vert d'herbe, plus rarement de diverses autres nuances de vert. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente ou translucide.

Éclat nacré très vif sur les lames de clivage ; presque adamantin dans les autres directions.

Propriétés optiques. Uniaxe négative (n_p). Forte dispersion.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très net, avec $n_g > n_p$.

n_g = vert jaune

n_p = vert pâle.

Composition chimique. La formule $(\text{UO}^2)^2 \text{Cu} (\text{PO}^4)^2 + 8\text{H}^2\text{O}$ ou $\text{CuO} 2\text{UO}^3 \text{P}^2\text{O}^5 + 8\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition suivante. Une

petite quantité de phosphore peut être remplacée par de l'arsenic (passage à la zeunérite).

P ₂ O ₅	15,1
UO ₃	64,2
CuO.....	8,4
H ² O.....	15,3
	<hr/> 100,0

Essais pyrognostiques. Comme l'autunite, mais avec les réactions du cuivre en plus, et celle du calcium en moins.

Diagnostic. La couleur, les propriétés optiques et pyrognostiques (cuivre) ne permettent pas de confondre la chalcocite avec l'autunite. La forme quadratique la différencie des lames hexagonales de chalcophyllite, qui ont la même couleur et la même structure micacée, le même signe optique et qui se trouvent parfois dans le même gisement (Mine de la Garonne). En l'absence de formes géométriques, il faut recourir aux essais pyrognostiques et à la densité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chalcocite est un minéral des granites (granulites) et surtout des gisements stannifères; elle ne forme le plus souvent que de minces cristaux et jamais de filonnets, relativement épais, comme ceux dont il a été question pour l'autunite. C'est, dans les gisements français, un minéral rare ne se présentant qu'exceptionnellement en beaux échantillons.

1° Dans les pegmatites et les aplites.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret a trouvé de petits cristaux de chalcocite, $p \ b^{1/2} \ b^x$, dans les fentes des pegmatites d'Orvault (*B. S. Sc. nat. Ouest.* IV. 139. 1904).

Plateau Central. — *Aveyron.* Boisse a signalé (*A. M.* II. 478. 1852) l'existence de l'urane phosphaté (sans indication plus précise) dans des filons de pegmatite et de roches à tourmaline, traversant le granite porphyroïde du Plateau de Campuac à Golinhae (canton d'Entraygues). C'est certainement de ce gisement que proviennent quelques échantillons de chalcocite, qui se trouvaient dans la collection de Marcel

de Serre ; ils y étaient étiquetés « Entraygues ». La chalcopite y forme des cristaux nets, $p b^{1/2}$, très aplatis suivant la base ; ils sont implantés sur un granite à muscovite ou sur du quartz ; ces cristaux atteignent 5 mm. le long d'une arête basique.

Creuse. Le même minéral se trouve dans de semblables conditions à 5 km. Nord de Marçillat en le Mars, près la Roche.

Haute-Vienne. La chalcopite se rencontre en petite quantité dans les pegmatites au Sud de Chanteloube, où elle accompagne l'autunite. M. Demarty m'a signalé que des échantillons de chalcopite ont été rencontrés dans le gneiss, à 15 mètres de la surface, au cours du fonçage du puits Mazaurand à Beaune pour la recherche d'un filon de mispickel.

Allier. M. de Launay m'a communiqué des fragments de quartz, recueillis par lui dans la granulite de Marignan, à 2 km. Est de Montluçon, et à Colombaroux près Commentry et renfermant des paillettes de chalcopite, associées à de la pyrite et à du mispickel.

Puy-de-Dôme. La chalcopite accompagne l'autunite de Farérolles près Bourg-Lastic, et celle des environs d'Ambert.

2° Dans les filons stannifères et les filons uniquement quartzeux

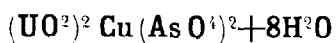
Plateau Central. — *Creuse.* Les filons stannifères de Montebas ont fourni de belles lames de chalcopite, se trouvant soit dans les fentes du quartz, soit dans une roche formée presque exclusivement de muscovite et d'apatite.

Corrèze. Je dois à M. Besnard du Temple la communication de jolis cristaux (2 mm.) de chalcopite, tapissant les cavités d'une sorte de jaspe brunâtre en filon dans les leptynites de la Porcherie près de Bertranges (tranchée du chemin de fer de Limoges à Brives).

Puy-de-Dôme. De petites paillettes de chalcopite ont été trouvées par M. Gonnard (*B. S. M.* XI. 265. 1888) dans le filon de quartz de Douriaux près Charbonnières-les-Varenes.

Nièvre. La collection du Muséum possède depuis longtemps un échantillon de quartz un peu ferrugineux, indiqué comme provenant de l'Autunois et recouvert de larges lames quadratiques de chalcopite ; je doutais de l'exactitude de cette indication, lorsque récemment M. Marlot m'a remis des échantillons semblables, recueillis par lui dans le filon quartzeux du moulin de Beauregard à Arleuf ; ce filon contient de la fluorine violette, de la pyrite et des mouches cuivreuses.

ZEUNÉRITE



Quadratique.

$$b : h = 1000 : 2059,45 \quad D = 707,107$$

$$[a : c = 1 : 2,9125 \text{ (Weissbach)}]$$

Formes et facies. Les formes sont les mêmes que celles de la chalcopite ; dans le gisement étudié plus loin, elle constitue seulement de petites lames carrées.

Clivages. Clivages, micacé suivant $p(001)$, assez nets suivant $h^4(100)$. Cassure inégale.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 3,2.

Coloration et éclat. Verte de diverses nuances (vert d'herbe, vert émeraude).

Éclat nacré suivant $p(001)$, vitreux sur les autres faces.

Composition chimique. La formule $(\text{UO}^2)^2 \text{Cu} (\text{AsO}^4)^2 + 8\text{H}^2\text{O}$ ou $\text{CuO } 2\text{UO}^3 \text{As}_2\text{O}_5 + 8\text{H}^2\text{O}$ correspond à la composition suivante :

As ² O ⁵	22,3
UO ³	56,0
CuO.....	7,7
H ² O.....	14,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme la chalcopite, mais au chalumeau donne des vapeurs arsénicales ; la perle de sel de phosphore ayant dissout un fragment de zeunérite au feu réducteur, additionnée d'étain, se couvre par refroidissement d'un voile noir d'arsenic métallique.

Diagnostic. Ce minéral, tout à fait identique à la chalcopite par ses caractères extérieurs, ne peut s'en distinguer que par les réactions chimiques (sel de phosphore et molybdate d'ammoniaque à froid).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la zeunérite sont les mêmes que ceux de la chalcopite dans des gîtes métalliques, mais ils sont beaucoup plus rares.

Maures. — *Var.* J'ai rencontré la zeunérite dans les fentes du poudingue quartzeux cuprifère de la mine de la Garonne. Elle y constitue des lames carrées, très minces, ayant 2 à 3 mm. de côté ; elles ont une couleur verte très vive, mais peu foncée.

Ce minéral paraît avoir été peu abondant dans ce gisement ; c'est celui que M. Gonnard a signalé autrefois (avec réserve) comme chalcocite (*B. S. M.* XVI. 41. 1893).

COMBINAISONS DE PHOSPHATES ET DE CARBONATES OU DE SULFATES

Les combinaisons de ce genre, considérées généralement comme des curiosités minéralogiques, ont en réalité une très grande importance, je vais montrer en effet qu'elles constituent en particulier tous les phosphates concrétionnés, désignés sous le nom de *phosphorites*, ainsi que les *phosphates de chaux sédimentaires*.

DAHLLITE



Hexagonale.

Formes et facies. La dahllite forme des croûtes fibreuses, des stalactites, des concrétions à structure fibreuse palmée ou enchevêtrée, très tenaces.

Dureté. 5.

Densité. 3,053, s'abaissant à 2,97 dans les variétés à fibres enchevêtrées plus ou moins poreuses (Mouillac).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou verdâtre. Transparente en lames minces. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu gras dans les échantillons particulièrement purs ; aspect mat ou soyeux dans d'autres.

Propriétés optiques. La dahllite de Norvège est uniaxe et *négative* (n_p), avec fibres allongées suivant n_p . La biréfringence est un peu supérieure à celle de l'apatite.

J'ai montré (*C. R. CL. 1388. 1910*) que la dahllite du Quercy présente des fibres à allongement positif, possédant le même enroulement hélicoïdal que la calcédonite à enroulement. Suivant les échantillons, le minéral est uniaxe (par superposition de lames), et l'axe n_p est enroulé autour de la fibre allongée suivant n_g , ou

bien, il est nettement biaxe, avec plan des axes optiques transversal aux fibres, qui sont allongées suivant n_m ; c'est donc, dans ce cas, autour de n_m qu'a lieu l'enroulement. La figure 1 représente

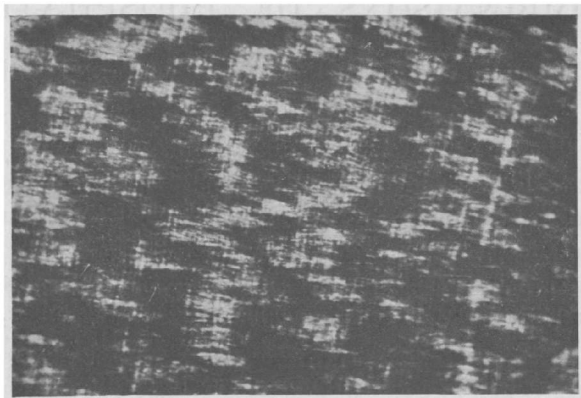


Fig. 1.

Lame mince de dahllite à structure enroulée de Mouillac.
(Photographie en lumière polarisée parallèle: grossissement de 30 diamètres.)

une section de l'un de ces sphérolites enroulés, vue en lumière polarisée parallèle; les parties noires sont perpendiculaires à n_p .

Composition chimique. La composition chimique de la dahllite, correspondant à la formule $2Ca^3(PO^4)^2 \cdot CaCO^3 + 0,5H^2O^4$, est donnée en a); b) analyse de la dahllite à enroulement de Mouillac par M. Pisani (in Lx. C. R. CL. 1390. 1910).

	a	b
P ² O ⁵	39,0	38,40
CaO.....	53,7	53,65
F.....	»	»
CO ²	6,0	5,30
H ² O.....	1,3	2,10
Al ² O ³ +Fe ² O ³ +F..	»	0,57
	• 100,0	100,02

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite sans fondre; dégage de l'eau dans le tube. Soluble à froid dans les acides, en dégageant des bulles de gaz carbonique.

1. M.W. Tschirwinsky a décrit sous le nom de *podolite* un minéral hexagonal, constituant les nodules phosphatés de Podolie et auquel il donne la formule $3Ca^2(PO^4)^2 \cdot CaCO^3$; il est peut-être identique à la dahllite.

Diagnostic. La dahllite se distingue de la francolite fibreuse (staffé-lite) par l'absence du fluor et, dans certains cas, par la structure enroulée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Quercy. — *Lot, Tarn-et-Garonne.* La dahllite n'était connue que dans le gisement d'apatite d'Odegården en Norvège. Je viens de montrer (*op. cit.*) qu'elle constitue, à elle seule, des rognons à forme bizarre (fig. 2), identiques à ceux de quercyite et des concrétions (fig. 3) rappelant parfois la forme des gros champignons appelés poly-pores, concrétions se produisant contre les parois des poches à phosphorites¹.



Fig. 2.
Rognon de dahllite de Mouillac. (Photographie un peu réduite.)

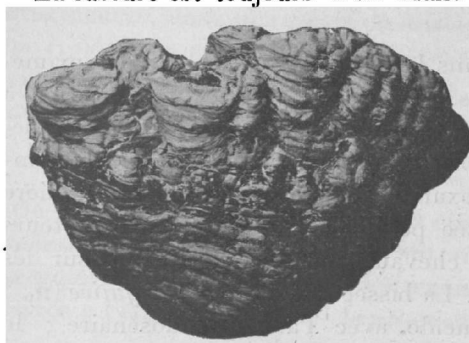


Fig. 3.
Concrétion pariétale de dahllite d'une poche à phosphorites de Mouillac. (Photographie réduite de moitié environ.)

La cassure est toujours d'un blanc mat; elle montre parfois une structure régulièrement fibreuse, mais plus souvent, les fibres sont palmées et entrecroisées. Les échantillons, que j'ai étudiés, proviennent de Caylus et de Mouillac (*Tarn-et-Garonne*), de Devèze en Veylat (*Lot*), mais il est bien vraisemblable qu'il s'en rencontre de semblables dans les autres gisements similaires, dont l'énumération est donnée page 584.

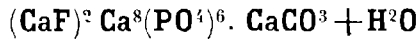
J'ai observé des rognons à aspect extérieur identique, qui se montrent localement constitués par de la dahllite et ailleurs par de la

1. Voir au supplément pour le *Tonkin*.

quercyite ou de la colophanite, il me semble donc vraisemblable que dans ces cas et peut-être dans tous, la dahllite résulte de la déshydratation partielle, soit de la quercyite, soit de la colophanite.

On verra plus loin que c'est sans doute aussi à la dahllite qu'il faut attribuer le produit cristallin, uniaxe et négatif, qui constitue l'élément cristallisé des quercyites, dépourvues de fluor ou très pauvres en cet élément.

FRANCOLITE



Hexagonale.

Forme et facies. La francolite se présente en petits cristaux hexagonaux, $p(0001) m(10\bar{1}0)$, très aplatis suivant la base et généralement groupés en rosettes ou enchevêtrés. Plus souvent, elle forme des croûtes fibreuses, mamelonnées; elle constitue alors la *staffélite*; je crois que ces deux minéraux ne diffèrent pas l'un de l'autre; j'emploierai le terme *staffélite* pour désigner la variété fibreuse.

Dureté. 4 à 5.

Densité. 3,128 à 3,10 (Encourtiech).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou verdâtre. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu gras dans les cristaux sur les surfaces mamelonnées. Le minéral ternit par exposition à l'air; de translucide, il devient alors opaque.

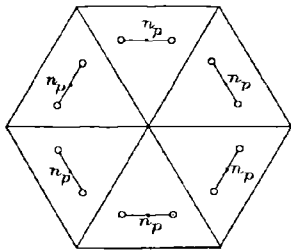


Fig. 1.
Section basique de francolite
de Framont.

Propriétés optiques. Les cristaux de francolite examinés suivant la base en lumière polarisée parallèle se divisent en 6 secteurs biaxes chevauchant souvent les uns sur les autres. La bissectrice aiguë est *négative* (n_p) et coïncide avec l'axe pseudosénaire; le plan des axes est parallèle aux côtés de l'hexagone (fig. 1); par superposition des diverses orientations, prennent naissance des

plages uniaxes. Pour la même raison, les variétés fibreuses paraissent uniaxes.

$$n_m = 1,625 \text{ env.}$$

La biréfringence paraît un peu supérieure à celle de l'apatite.

Composition chimique. La composition chimique de la francolite, correspondant à la formule $2(\text{CaF})\text{Ca}^4(\text{PO}^4)^3 + \text{H}^2\text{O}$ est donnée en *a*; *b*) analyse de la staffélite (*hydroapatite*) d'Encourtiech par Damour (*op. cit.*).

	<i>a</i>	<i>b</i>
P ² O ⁵	37,3	40,00
CaO.....	53,9	52,32
F.....	3,4	3,36
CO ²	3,9	} 5,30
H ² O.....	1,6	
Al ² O ³ + Fe ² O ³ .	»	0,43
	<hr/> 100,0	<hr/> 101,41

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme dahllite, mais avec, en plus, les réactions du fluor (voir à *quercyite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'ai étudié la francolite et sa variété la staffélite dans les trois conditions suivantes :

1° Dans des gisements métallifères.

Vosges. — [*Alsace*]. J'ai rencontré de très petits cristaux (1^{mm}) nets, mais enchevêtrés, de francolite, colorés en rouge par des inclusions ferrugineuses, dans une géode de cristaux de scheelite de Framont du type I, décrits page 281. Les propriétés optiques (fig. 1) sont identiques à celles de la francolite originelle, qui se trouve aussi en Cornwall dans des gisements métallifères.

2° Dans les poches à phosphorites.

On verra plus loin que c'est à la staffélite qu'il faut attribuer le minéral fluoré, uniaxe, négatif, entrant dans la constitution de la *quercyite* du Quercy. Dans ces gisements de phosphorites, je ne l'ai trouvée à l'état pur que dans le gisement suivant.

Cévennes. — *Gard*. Les argiles remplissant les poches à phosphorite de la Capelle renferment non seulement des rognons de quercyite, mais encore des blocs creusés de cavités, que tapissent des mamelons à aspect calcédonieux ; ils sont, les uns constitués par la quercyite et les autres par des aiguilles de staffélite pure, se terminant par des extrémités libres.

3° *Dans les terrains sédimentaires.*

Dévonien.

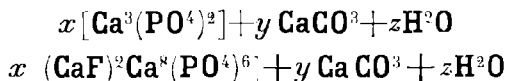
Pyrénées. — *Ariège.* Je puis montrer l'identité de la staffélite avec le minéral décrit autrefois par M. Damour, sous le nom d'*hydroapatite* (*A. M. X.* 65. 1856). Il forme des mamelons blancs, translucides, devenant opaques et laiteux dans les portions exposées à l'air; il est fibreux et ressemble un peu à de la calcédoine. Le minéral tapisse les fentes d'un schiste argileux jaunâtre du château d'Encourtiech, près Saint-Girons; ce gisement, qui renferme aussi de la *wavelite* mamelonnée, se trouve dans la zone contenant les nodules phosphatés noirs, qui sont décrits page 56.

L'analyse *b*, publiée par Damour, a été recalculée de façon à la mettre sous la même forme que celle de la francolite. Damour n'y a pas indiqué l'anhydride carbonique, mais on peut constater que la perte au feu indiquée dans cette analyse est sensiblement égale à la somme ($H^2O + CO^2$) de la composition théorique. Dans les échantillons originaux de Damour, se trouvant dans la collection du Muséum, j'ai pu constater l'attaque avec effervescence par les acides, et toutes les propriétés (densité, indice de réfraction, etc.) de la staffélite typique.

Crétacé et éocène.

Les divers auteurs, qui ont décrit la structure microscopique des phosphates de chaux sédimentaires, ont quelquefois signalé l'existence au milieu de ceux-ci de sphérolites à allongement négatif, qu'ils ont rapportés à l'apatite. Ces sphérolites sont en réalité constitués par de la staffélite. J'ai pu m'en assurer par l'examen d'échantillons de la *Somme*, que je dois à l'un de ces auteurs, M. Lasne. Celui-ci m'a en outre remis un échantillon intéressant, qui consiste en une concrétion mamelonnée et fibreuse, recueillie dans les exploitations d'Orville (Le Rideau d'Hallay) au contact de la craie blanche inférieure. L'examen microscopique montre qu'il est constitué par de la staffélite très pure, dont les fibres se terminent à l'extérieur par de petites aiguilles libres.

COLOPHANITE



Amorphe.

Facies. Forme des masses concrétionnées, rappelant l'opale et la gomme à cassure conchoïdale. La variété *monite* est terreuse.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,69 à 2,77 (Pouzillac); les variétés terreuses ont une densité apparente plus faible (2,1 pour la monite).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune, brune, rougeâtre. Translucide ou opaque.

Éclat vitreux, un peu résineux (*colophanite*) ou aspect terreux (*monite*).

Propriétés optiques. Isotrope. La valeur de l'indice de réfraction varie en même temps que la composition chimique. Voici les valeurs obtenues sur deux échantillons pour la lumière du sodium :

$$\begin{aligned} n &= 1,569 \text{ (Pouzillac)} \\ n &= 1,612 \text{ (Ile Rurutu)}. \end{aligned}$$

Composition chimique. La colophanite (*Kollophan*) a été décrite par Sandberger d'après des échantillons de Sombrero; il leur a attribué la formule $\text{Ca}^3(\text{PO}^4)^2 + \text{H}^2\text{O}$, en supposant que l'anhydride carbonique fourni par l'analyse était dû à un mélange de calcite. J'ai montré (*C.R.* CL. 1213. 1910) que le carbonate de calcium fait partie de la constitution du minéral, mais il est vraisemblable que la colophanite amorphe n'a pas une composition constante ou tout au moins qu'il existe des types de composition variée. On peut y distinguer en particulier un type pauvre en fluor ou dépourvu de ce corps; c'est celui dont l'analyse est donnée ci-contre, l'échantillon étudié provient de Pouzillac (*Gard*). Il existe d'autre part un type plus ou moins fluoré, dans lequel le rapport du fluor à l'anhydride phosphorique atteint et quelquefois même dépasse celui que comporte l'apatite. C'est ce type (*fluocolophanite*) qui est réalisé dans les phosphates sédimentaires et l'on trouvera plus loin dans la description des gisements quelques renseignements complémentaires sur ce sujet. Ces colophanites sont d'ailleurs le plus souvent très

mélangées d'impuretés ; elles constituent des roches, plutôt que des minéraux.

Cette combinaison du phosphate et du carbonate de calcium sous une forme amorphe peut être comparée peut-être à celle qui constitue les os, la matière organique en moins, bien entendu.

P ² O ⁵	37,40
CaO.....	49,73
F.....	0,88
CO ²	3,75
H ² O.....	7,05
Al ² O ³	0,14
Fe ² O ³	0,36
Na ² O+K ² O.....	0,30
	<hr/>
	99,61

Essais pyrognostiques. Comme la dahllite, avec parfois réaction faible du fluor.

Diagnostic. La densité, la facile solubilité (avec effervescence et à froid) dans les acides sans résidu, et enfin les réactions de l'anhydride phosphorique, permettent de distinguer facilement la colophanite de l'opale et des silicates à aspect similaire. La structure amorphe ne permet de la confondre avec aucune des autres combinaisons de phosphates et de carbonates.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La colophanite se trouve uniquement dans les trois catégories de gisements suivants :

- 1° dans les gisements de guano ;
- 2° dans les poches à phosphorites ;
- 3° dans les gisements sédimentaires (*fluocolophanite*).

1° Dans les gisements de guano.

La colophanite est le minéral principal des curieuses formations, qui se trouvent dans les Antilles (Sombbrero, île des Oiseaux, Curaçao, etc.) et dans certaines îles du Pacifique¹, situées pour la plupart entre

1. Les îles Baker, Howland, Jarvis, Mac Kean, Malden, etc., sont à citer en particulier, parmi les possessions non françaises.

le 150° et le 180° long. W. (Greenwich), le 10° N. et le 10° S. de latitude. Ces gisements sont constitués par des guanos lavés par la pluie et par l'eau de mer (*leached guano*).

Ces dépôts phosphatés sont pulvérulents à la surface des gisements, durs en profondeur, là où le calcaire corallien a été épigénisé sur place par les sels solubles du guano suprajacent ; ils possèdent souvent même la structure du calcaire lui-même (oolitique, bréchiforme, coquillier, etc.) ; des dépôts gypseux se forment quelquefois au milieu d'eux par suite du dessèchement du lagon central.

La colophanite est parfois associée à de nombreux autres phosphates (monétite, brushite, redondite, etc.).

Les gisements des possessions françaises, qui vont être étudiés ci-dessous, n'ont pas été étudiés jusqu'à présent ; il est vraisemblable qu'une exploration étendue de cette région en augmentera le nombre.

Archipel Tuamotu. — J'ai trouvé des échantillons de colophanite translucides et ambrés parmi des spécimens provenant de l'île Makatéa, au N. E. de Tahiti ; le minéral pur forme des veines dans des calcaires coralliens, eux-mêmes transformés en la même substance, sans que leur structure ait été altérée ; les uns sont oolitiques, remplis de débris de coquilles, les autres finement rubanés. Ces roches étaient originellement constituées par des oolites ou des débris de calcaire et de mollusques, laissant entre eux de nombreuses cavités ; ces éléments sont transformés en colophanite plus ou moins opaque, tandis que celle qui remplit complètement les anciens vides est translucide. Ces dépôts phosphatés sont assez abondants pour être exploités depuis peu.

Archipel Tubuaï. — J'ai examiné des échantillons analogues provenant de l'île Rurutu, dans le petit archipel Tubuaï, situé au sud de Tahiti. Ils renferment en outre des rognons gris opaques à cassure cireuse, rappelant certains de ceux du Quercy.

Nouvelle-Calédonie. — Des gisements phosphatés sont actuellement prospectés dans de petits îlots dépendant de la Nouvelle-Calédonie et situés à son Nord-Ouest : Huon, à 250 km. environ et les îles Chesterfield (îles Surprises), à environ 590 km. Les échantillons que j'ai examinés proviennent de ces dernières ; ils consistent en petits fragments de coraux blancs, encore intacts et poreux, cimentés par de la colophanite concrétionnée jaune.

2° Dans les poches à phosphorites.

La colophanite constitue une partie importante des phosphorites, qui vont être décrites en détail à l'article *quercyite*. Elle est moins fréquente que cette dernière substance, dans la constitution de laquelle elle entre. Les caractères extérieurs étant les mêmes, quelle que soit la composition, il me paraît inutile d'insister sur eux ici.

La colophanite pure constitue des rognons ou des masses, qui tantôt sont presque transparentes et tantôt sont seulement translucides ou plus souvent opaques. Les premiers ont un aspect de cornaline ou de gomme, les autres ont celui d'émail, tout à fait caractéristique. L'examen en lumière polarisée est toujours nécessaire pour distinguer ce minéral de la quercyite, les échantillons en apparence très vitreux, étant souvent les plus cristallins.

Les rognons de colophanite, constitués par des couches concentriques, sont généralement très fragiles, tandis qu'au contraire ceux qui ont une apparence homogène possèdent une consistance et une cassure rappelant celles de l'opale résinite.

Voici quelques gisements, dont j'ai observé des échantillons particulièrement purs (voir au supplément pour le *Tonkin* et l'*Annam*).

Quercy. — *Lot*. Environs de Limogne (Concots, Mouillac, etc.).

Tarn-et-Garonne. Environs de Caylus, etc.

Cévennes. — *Gard*. Pouzillac, Quissac, Tavel, etc.

Corbières. — *Hérault*. Loupiac, Montagne de Cette, etc.

Algérie. — *Oran*. Djebel Sfjan, etc.

3° Dans les gisements de phosphates d'origine sédimentaire.

La plus grande partie des phosphates de chaux sédimentaires sont amorphes ; ils ne présentent qu'exceptionnellement des parties cristallines sphérolitiques, que je rapporte à la staffélite. Ils contiennent de l'anhydride carbonique et de l'eau en quantité plus ou moins grande, qui ont été analysé jusqu'ici ou qui ont été considérés comme étrangers à la substance, mais que je regarde comme faisant partie intégrante du minéral, j'estime que celui-ci doit le plus souvent, sinon toujours, être rapporté à un type très fluoré de colophanite. Il renferme parfois une quantité de fluor, qui est avec l'anhydride phosphorique dans le même

rapport que dans l'apatite, mais le plus souvent, il en contient un peu moins et exceptionnellement un peu plus. Ce fait, annoncé pour la première fois par M. Ch. Delattre (*Étude sur les gisements français de phosphate de chaux*, 1882), a été bien mis en lumière par M. Lasne (*Ann. géol.*, 1889; *B. S. G.* XVIII. 441. 1890. *C. R.* CX. 1376. 1890, et *L'origine des phosphates de chaux de la Somme*. Paris, 1901) et enfin par M. Ad. Carnot (*A. M.* X. 137. 1896), qui a publié un grand nombre d'analyses, pour la plupart effectuées au Bureau d'Essai de l'École des Mines¹, et dont je donne ci-contre le résumé en ce qui concerne le fluor.

P²O⁵ teneur en anhydride phosphorique.

f — en fluor.

F — — de l'apatite normale correspondant à une égale teneur en P²O⁵

f

F¹ Rapport des valeurs précédentes.

	P ² O ⁵	f	F	$\frac{f}{F}$
<i>Permien.</i>				
Coprolites du bassin d'Autun.....	23,53	2,43	2,40	1,01
— —	23,50	2,00	2,40	0,59
— —	36,03	3,57	3,21	1,41
<i>Lias.</i>				
Semur (<i>Côte-d'Or</i>), nodules avec fossiles.....	28,40	2,05	2,53	0,281
— —	26,40	2,14	2,35	0,91
— —	27,06	1,75	2,41	0,73
— —	28,59	2,40	2,55	0,94
— —	29,71	1,55	2,65	0,58
Bazaiges (<i>Indre</i>).....	26,61	2,37	2,39	0,99
Neuvy —	29,81	2,60	2,66	0,98
<i>Albien.</i>				
Macheroménil (<i>Ardennes</i>), nodules verts.....	20,80	1,78	1,85	0,96
La Giberie (<i>Anbe</i>), nodules grisâtres.....	21,82	1,87	1,95	0,96
Triancourt (<i>Meuse</i>), nodules noirâtres.....	24,50	2,10	2,18	0,96
Perte du Rhône (<i>Ain</i>), fossiles phosphatés.....	{ 20,90	2,12	1,86	1,14
	{ 43,32	1,44	1,19	1,18
Croix-Saint-Hilaire (<i>Ardennes</i>).....	25,10	2,21	2,24	0,98

1. De nombreuses analyses de phosphates, considérés au point de vue industriel, ont été publiées par M. Nivoit dans l'article gisements de phosphates de chaux, de l'*Encyclopédie chimique de Frémy* (V. 1^{re} section, 2^e partie, 1883).

D'après Delattre (*op. cit.*), la richesse en P²O⁵ du remplissage des cavités des fossiles serait en raison directe de la ténuité de leurs ouvertures. Quand celles-ci sont petites (dans les oursins par exemple), la masse phosphatée est dure, compacte, homogène, riche en P²O⁵; quand elles sont grandes, la cavité est surtout remplie par de la calcite, du quartz, etc.

<i>Cénomannien.</i>				
Pernes (<i>Pas-de-Calais</i>).....	20,80	1,76	1,85	0,95
— —	37,20	3,26	3,22	0,98
<i>Turonien.</i>				
Manre (<i>Ardennes</i>).....	21,68	1,86	1,93	0,96
Lezennes (<i>Nord</i>).....	32,04	2,75	2,86	0,96
	9,30	0,51	0,83	6,10
<i>Sénonien.</i>				
Nœux (<i>Pas-de-Calais</i>).....	28,32	2,93	2,53	1,16
Buire-aux-Bois.....	29,02	3,07	2,59	1,19
Beauval (<i>Somme</i>).....	37,20	3,26	3,22	0,98
— —	34,90	2,87	3,12	0,92
Orville (<i>Somme</i>).....	38,76	3,38	3,45	0,98
— —	38,25	3,33	4,31	0,97
	33,01	3,11	2,94	1,06
<i>Eocène.</i>				
Gafsa (<i>Tunisie</i>).....	31,73	3,17	2,83	1,12
— —	31,20	2,72	2,78	0,98
Sidi Ayet —	31,90	3,25	2,84	1,14
—	34,82	3,78	3,00	1,26
Djebel Dyr (<i>Constantine</i>).....	33,67	2,45	3,00	0,82
Tébessa (<i>Chabel-el-Oaissen</i>).....	32,57	2,61	2,90	0,90
Ain Dibbu —	32,20	2,80	2,87	0,97
Djebel Kouif —	26,70	2,65	2,38	1,11
Maïzibu —	31,90	2,62	2,84	0,92
Ain Fa'kroum —	20,21	1,44	1,80	0,80
— —	19,83	1,36	1,76	0,77
Sigus —	16,63	1,40	1,48	0,94
— —	23,98	2,04	2,14	0,95
M' Sila —	22,71	1,78	2,02	0,88
Djebel M' Zeïta —	35,10	3,11	3,13	0,99
Bordj- R'dir —	10,24	0,99	0,91	1,08
Boghari —	25,70	2,08	2,29	0,91
— —	17,16	1,45	1,53	0,95

Il est à noter que la teneur en $P^{2}O^{5}$ n'atteint jamais celle de l'apatite, et que le maximum est très voisin de celui de la francolite ; le tableau ci-contre montre d'ailleurs que les produits analysés, véritables minéraux, étaient souvent très impurs. Ces concrétions phosphatées, dues à des actions secondaires, ont naturellement englobé tous les minéraux existant dans le sédiment en voie de formation ou déjà formé, au milieu duquel elles se sont produites.

Des théories nombreuses ont été émises pour expliquer l'origine de ces phosphates sédimentaires. M. Lasne admettait la dissolution de

l'apatite des roches éruptives et des roches cristallophylliennes, par l'eau de mer chargée de CO_2 , puis le dépôt par concentration des sels dissous dans une mer peu profonde. D'autres auteurs (de Lapparent en particulier) ont fait intervenir avec plus de raison l'action des animaux vivants, extrayant des eaux marines les traces d'anhydride phosphorique qu'elles contiennent toujours, puis (Ad. Carnot) des concentrations *post mortem* de ces mêmes sels sur les dépouilles des animaux. M. Ad. Carnot admet qu'il s'est déposé d'abord du phosphate tribasique, puis que celui-ci a, simultanément ou plus tard, fixé du fluorure de calcium, comme cela se passe pour les os ¹ enfouis dans le sol. D'après cette hypothèse, le fluophosphate de chaux ne se serait pas déposé tout d'une pièce, comme dans la théorie de Lasne. La variabilité de composition chimique des phosphates sédimentaires est un argument en faveur de la théorie de M. Carnot.

Aux théories précédentes, il faut en outre ajouter l'intervention de l'action de l'anhydride carbonique, qui a été l'agent convoyeur du phosphate et s'est combiné avec lui.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Dans le silurien.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Rares nodules phosphatés dans le calcaire accompagnant les schistes à *Calymene* d'Angers.

Dans le dévonien.

Pyrénées. — Un remarquable niveau phosphaté a été signalé par M. Levat (*A. M.* XV. 5. 1899) dans toute l'étendue de la chaîne pyrénéenne.

1. M. Carnot a publié à ce sujet d'intéressantes observations (*A. M.* I. 185. 1893). Il a montré que, par la fossilisation, les os gagnent du CaCO_3 , du Fe_2O_3 et du fluor. Voici des moyennes d'analyses :

	f	P ² O ⁵
	F	f
Os modernes	0,056	208,1
— quaternaires	0,360	31,3
— tertiaires	0,620	16,6
— secondaires	0,907	12,4
— primaires	0,993	11,3
Apatite	1,000	11,2

Ces nombres ne doivent pas être pris en valeur absolue, mais comme montrant seulement le sens du phénomène. Les os des âges primaires et secondaires ont une teneur très voisine de celle de l'apatite : dans les os actuels des divers animaux P²O⁵ varie de 37 à 42 %, F1 de 0,16 à 0,31 %.

néenne. Il est situé à la partie supérieure du dévonien entre les marbres griottes et les schistes sous-jacents.

Il atteint 8 à 10 mètres d'épaisseur ; il est caractérisé dans les parties riches par la présence de nodules noirs, brillants, rappelant l'antracite ; ceux-ci atteignant parfois les dimensions des deux poings, ont souvent la structure imbriquée d'un bulbe d'oignon. Ils sont durs, aplatis, et renferment de 65 à 75 % de phosphate tribasique de chaux. Ils forment souvent le tiers ou le quart de la masse. Leur remplissage est lui-même phosphaté. Les schistes ternes titrent 7,10 % d'anhydride phosphorique, alors que les schistes luisants contournés, qui enveloppent les nodules, en ont jusqu'à 12 % ; ces phosphates renferment en outre de 25 à 28 % de matière organique, avec de 3 à 5 kilogrammes d'azote organique à la tonne.

Ce niveau a été suivi depuis les *Basses-Pyrénées*, jusqu'aux Corbières, et dans la Montagne Noire, jusqu'aux environs de Caunes (*Aude*). On peut citer dans les *Basses-Pyrénées* les vallées d'Accous, de Lescun, des Eaux-Bonnes ; dans les *Hautes-Pyrénées*, la vallée d'Arreau ; dans la *Haute-Garonne*, celle de Luchon ; dans l'*Ariège*, celle du Salat, les environs de Las Cabesses près de Saint-Girons ; dans les *Pyrénées-Orientales*, les environs de Prades, etc. ; dans l'*Hérault*, Cabrières, etc.

C'est probablement de ce même niveau que proviennent des échantillons analysés en 1842 par Berthier (*A. M.* II. 440) et indiqués par lui comme provenant des environs de Quillan (*Aude*). La description qu'il donne de ces nodules, renfermant 60 % de phosphate, répond en effet à celle donnée plus haut.

Dans le carbonifère.

Plateau Central. — *Allier*. Certains rognons de sidérite lithoïde du houiller de Fins sont dans leur partie centrale constitués par de la phosphorite terreuse ; ils sont à grains fins, d'un gris foncé, et parfois imprégnés de calcite laminaire, qui les divise en portions prismatiques. Ils sont quelquefois enveloppés de pyrite. D'après Berthier (*A. M.* XI. 442. 1824), leur teneur en phosphate de chaux atteint 57 %.

Ardennes. — *Ardennes*. Les schistes à calcéoles de Vireux-Molhains renferment de petits nodules phosphatés ; leurs trilobites sont parfois transformés en phosphate et titrent jusqu'à 31 % de phosphate tribasique.

Esterel. — *Var.* Des nodules phosphatés se rencontrent à la partie supérieure du grès houiller de la Bastide Bozaris, près Fréjus.

Dans le permien.

Morvan. — *Saône-et-Loire.* Les coprolites du permien d'Autun renferment jusqu'à 36 % d'anhydride phosphorique.

Dans le trias.

Esterel. — *Var.* Nodules phosphatés, considérés comme coprolites, dans les grès bigarrés et les argiles rutilantes de Fréjus et de Poujet, ainsi que dans les marnes gypseuses des environs de Draguignan.

b) *Dans les assises jurassiques.*

Les seuls gisements du jurassique, assez riches en phosphate de chaux pour pouvoir donner lieu à des exploitations, appartiennent au lias ; mais il existe de nombreux autres étages phosphatés, qui vont être brièvement cités.

Dans le lias.

De nombreux gisements phosphatés existent à divers niveaux du lias (et notamment dans le rhétien) ; quelques-uns d'entre eux sont exploités soit directement, soit dans leurs argiles de décalcification, au pied de collines constituées par la roche en place.

Ardennes. — *Ardennes.* Nombreux niveaux phosphatés, non exploités dans diverses zones du lias (Aiglemont, Saint-Menges, Mézières, Moiry, Mohon, Margut); les nodules atteignent la grosseur du poing.

Lorraine. — *Meuse.* Dans le lias supérieur à Fresnois.

Meurthe-et-Moselle. Dans le sinémurien : Tomblaine, etc. (dans calcaires et dans argiles de décalcification).

Vosges. — *Vosges.* Dans le sinémurien. Sandaucourt, Damblain, Neufchâteau.

Haute-Saône. Couche argileuse entre le sinémurien et le liasien avec poches remplies de nodules phosphatés blanchâtres et fossiles phosphatés : Pomoy, Vitrey, Auxon.

Champagne. — *Haute-Marne.* Dans le sinémurien de Chalindrey.

Bourgogne. — *Côte-d'Or.* Les gîtes de l'Auxois se trouvent surtout au sommet du sinémurien. On exploite leurs argiles de décalcification entre Avallon et Semur (et surtout entre cette ville et Beaune); Semur, Martigny-sur-Armançon, Thoste, Arnay-le-Duc. Les nodules sont friables (rarement plus de 30 % de P^2O^5), Vic-de-Chassenay (petits nodules plats, ressemblant à de grosses fèves).

Yonne. Des exploitations ont été faites jadis sur le prolongement des couches de l'Avallonnais et en particulier à Epoisses.

Saône-et-Loire. Oyé-en-Brionnais et environs de Mâcon.

Nivernais. — *Nièvre.* Chavannes-Changy.

Berri. — *Cher.* Le niveau de l'Auxois a été exploité à Germigny (près de la Guerehe). Dans le calcaire, les nodules sont gris; ils sont d'un blanc jaunâtre dans les argiles de décalcification. Leur taille est celle d'une noix; leur surface est arrondie et mamelonnée; ils sont parfois aplatis en forme de galets tendres et à cassure terreuse¹.

Indre. Exploitations à la base du liasien entre Celon et Neuvy-Saint-Sépulchre (Celon, Bazaiges, Ceaulmont), aux environs d'Argenton. Ces nodules prennent parfois un aspect cristallin dû à des imprégnations de calcite; ils se trouvent soit en place dans le calcaire, soit dans les argiles de décalcification de ceux-ci. Les nodules des argiles sont compacts, ceux des sables sont blanc jaunâtre, tachetés de limonite, légers et poreux.

Poitou. — *Vienne et Deux-Sèvres.* Le même niveau phosphaté se retrouve dans la *Vienne* et dans les *Deux-Sèvres* (Niort, Saint-Maixent), mais il n'est pas exploitable.

Bajocien et bathonien.

Normandie. — *Calvados.* Un niveau de nodules phosphatés (atteignant 30 % de phosphate tribasique) se trouve à la base du bajocien du Calvados et notamment aux environs de Bayeux, à Saint-Vigor-le-Grand.

Poitou. — *Vendée, Deux-Sèvres, Charente.* Le niveau bathonien à *Am. zigzag* (banc pourri) renferme des fossiles phosphatés, insuffisamment riches pour pouvoir être exploités. M. Welsch, qui m'a

1. Les gisements de phosphates de la France centrale ont été étudiés en détail par M. de Grossouvre (*A. M.* VII. 361. 1885.).

communiqué des échantillons provenant de Saint-Pezenne près Niort (*Deux-Sèvres*), l'a suivi de Fontenay-le-Comte (*Vendée*) jusqu'à l'Est de Ruffec (*Charente*).

Callovien et Oxfordien.

Berri. — *Cher.* M. Douvillé a signalé au Foulon, près La Guerche, une couche argileuse riche en fossiles (*ammonites, belemnites, etc.*) phosphatés (*B. S. G. III. 112. 1874*).

Nivernais. — *Nièvre.* Le même niveau, reposant sur le callovien, se trouve dans la tranchée du chemin de fer de l'Aiguillon, à la sortie de Nevers; les nodules phosphatés y sont verdâtres, plus ou moins arrondis; les fossiles et notamment les pholadomyes sont phosphatés.

Kimeridgien.

Normandie. — *Calvados.* Petits nodules terreux d'un grisjaune à Villerville.

c) Dans les assises du crétacé.

Albien et Gault.

Bordure du Bassin de Paris. — Les grès verts de l'albien, qui constituent une ceinture au Bassin de Paris, de l'Ardenne et de la Normandie et qui affleurent aussi en Picardie et dans le pays de Bray, renferment un niveau phosphaté remarquable, ayant en moyenne de 0 m. 10 à 0 m. 15 d'épaisseur. Les nodules qu'ils renferment sont généralement isolés, à surface lisse et mamelonnée; ils sont d'ordinaire grisâtres ou d'un brun verdâtre à leur périphérie, bruns et noirâtres au centre. Assez rarement, ils sont suffisamment nombreux pour se toucher et former ainsi une petite couche continue. Ces nodules résultent de la concentration du phosphate au milieu du sable, dont ils englobent tous les éléments (quartz, glauconie, etc.). Ils contiennent de la matière organique, enveloppent des fossiles; les débris de mollusques ou de bois sont souvent eux-mêmes phosphatisés et dans certaines localités, ils constituent même la source principale du phosphate. Beaucoup de ces gisements sont ou ont été exploités.

Un autre niveau, moins constant que le précédent, se trouve dans les argiles du gault; des nodules phosphatés y ont été trouvés au cours du creusement de puits artésiens (La Chapelle, Maisons-Laffitte, Vernon, Rouen, etc.).

Pas-de-Calais. Dans le Boulonnais, les gisements des environs

de Marquise, de Fiennes ont été exploités jadis ; ils se trouvent dans le gault. Dès 1818, Berthier a publié l'analyse des nodules phosphatés mélangés de pyrite de Wissant.

Ardennes. Des gisements très continus et exploités abondent dans les sables verts de cette région. Leurs nodules phosphatés (*coquins*), mélangés de calcite, sont d'un gris verdâtre, assez durs, arrondis, à surface souvent lisse. Leurs dimensions varient depuis celle d'une noix jusqu'à celle du poing : Grandpré, Machéroménil.

Exceptionnellement, ces nodules se réunissent pour former une petite couche continue (Canton de Vaubécourt). Des nodules compacts, gris à l'extérieur, noirs au centre, se trouvent aussi à la base de la gaize (gault) : ce niveau phosphaté est moins constant que le précédent, mais plus riche.

Meuse. Triancourt (albien), Dombasle, les Islettes, Louppy-le-Château, Andernay, Beurey.

Aube. La Giberie, nodules terreux dans l'albien.

Yonne. Des nodules, d'un gris blanc, se trouvent au Nord d'Auxerre, dans une couche de graviers du sommet du gault ; ils sont accompagnés de nombreux fossiles phosphatés ; d'assez nombreuses exploitations ont été établies sur leurs gisements : Toucy, Les Chénons près Parly, Nanthon, Beauvoir, Mormont, Lindry, Saint-Maurice-le-Vieil, Saint-Martin-sur-Ocre, Merry-la-Vallée, Petit-Pau près Seignelay ; ces nodules renferment en moyenne 27 % de P²O⁵.

Côte-d'Or. Quelques nodules dans les assises à *Am. mamillaris* dans l'arrondissement de Dijon.

Nièvre. — Graviers quartzeux à ciment phosphaté dans les sables de la Puisaye des bords de la Loire vers les Cadoux.

Cher. Dans le Sancerrois, des gisements, semblables à ceux de l'Yonne, sont exploités entre Vailly-sur-Sauldre, Assigny et Sury-ès-Bois. Ces nodules se trouvent dans des couches glauconieuses (ils sont alors noirs ou brun foncé) ou dans des sables (ils sont dans ce cas d'un blanc laiteux) ; on trouve aussi des mollusques et des bois fossiles phosphatisés.

Orne. Ceton.

Région alpine et subalpine. — *Ain.* Importants gisements à la Perte-du-Rhône, près Bellegarde ; les nodules d'un vert grisâtre, très glauconieux, surtout formés par des fossiles, se trouvent dans

trois bancs sableux, dont l'épaisseur totale est de 1 m. 80. La partie interne des coquilles est la plus phosphatée.

Savoie. Le Désert, La Colombe, le Châtelart (grès verts) et dans la couche de passage de l'aptien à l'albien (La Balme de Rencurel en Vercors).

Basses-Alpes. Montagne de Lure (couches à *Belem. plenus*).

Alpes-Maritimes. Au village d'Escragnolles.

Ardèche et Drôme. Dans ces départements, les nodules phosphatés forment une série de lits minces, espacés dans les sables verts ayant une épaisseur de 6 à 12 mètres. Le Saut de l'Égue en Viviers.

Vaucluse. Saint-Paul-Trois-Châteaux et Clansayes.

Cévennes. — *Gard.* Salzac (grès verts).

Algérie. — D'après Thomas et Péron : région d'Aumale (*Alger*) et de Bou-Thaleb (*Constantine*).

Cénomanien.

Un niveau situé à la base de la craie glauconieuse est localement assez riche en nodules phosphatés pour se prêter à l'exploitation.

Bassin de Paris et sa bordure. — *Pas-de-Calais.* Le tourtia de Pernes renferme une couche phosphatée, pouvant atteindre 1 m. d'épaisseur ; la roche, riche en glauconie, est poreuse et friable ; elle contient jusqu'à 25 % de P²O⁵.

Nord. Anzin, Sasseynies, Noyelle.

Ardennes. A la base du cénomanien de l'Ouest de l'Argonne, se trouve une petite couche renfermant des nodules phosphatés noirs et brillants. Environs de Vouziers, Sainte-Marie, Givron, La Romagne.

Marne. Même niveau exploité à Sainte-Ménéhould.

Sarthe. Une couche analogue à la précédente a été reconnue et exploitée dans ce département.

Seine-Inférieure. Côte Sainte-Catherine près Rouen ; falaises de la Hève près le Havre.

Turonien.

Il existe quelques niveaux phosphatés dans le turonien, mais ils sont sans importance pratique.

Bordure du Bassin de Paris. — *Nord.* Calcaires crayeux durs

du sommet du turonien avec nodules phosphatés, désignés sous le nom de *tun* : Lezennes près Lille, env. du Cateau.

Ardennes. Dans marnes à *Belemn. plenus* de Manre, de Réthel (nodules irréguliers et coprolites).

Sarthe. Nodules verdâtres, atteignant 1 kg. dans assises sableuses : environs du Mans, La Ferté-Bernard, Connéré.

Périgord. — *Dordogne.* Nodules compacts, blanc jaunâtre à Gour-d-de-l'Arche, près Périgueux : ils sont glauconneux.

Sénonien.

Picardie. — La craie du sénonien supérieur (aturien) renferme dans cette région des grains phosphatés (0 mm. 05 à 0 mm. 10), le plus souvent amorphes, parfois fibreux ou cristallisés (staffélite); beaucoup d'entre eux épigénéisent des foraminifères, des esquilles d'os, de poissons, etc. Des couches riches peuvent renfermer jusqu'à 80 % de phosphate. Des poches de décalcification, ayant jusqu'à 27 mm. de profondeur à Orville, se rencontrent à la fois dans cette craie phosphatée et dans les assises de craie blanche sous-jacente. Les grains sableux de phosphate s'y concentrent au milieu d'une argile ferrugineuse en même temps que les fossiles qui sont surtout conservés quand ils sont phosphatés (voir les analyses de Lasne. *L'origine des phosphates de chaux de la Somme.* Paris, 1901). Les couches phosphatées sont recouvertes presque partout par une argile rougeâtre riche en gros silex, appelée dans le pays *bief à silex*; elle provient de la décalcification de la craie argileuse à silex, surmontant la craie à *Belemnitella quadrata*.

Voici les gisements principaux où ces phosphates ont été reconnus ou exploités.

Pas-de-Calais. Orville, Buire-aux-Bois, Nœux.

Somme. Dreuil-Hamel près Hallencourt, Curlu, Beauquesne, Terramesnil, Raincheval, Puchevillers, Ribémont, Bray-sur-Somme, Marcheville en Ponthieu, Beauval, etc.

Oise. Hardivilliers près Breteuil.

Environs de Paris. — *Seine.* Meillet a signalé (*A. M.* III. 718. 1843) dans la craie de Meudon de petits nodules assez rares, titrant 47,5 % de phosphate tricalcique.

Maine. — *Sarthe*. Des nodules de phosphates verdâtres à l'extérieur, blancs à l'intérieur, se trouvent dans le sénonien à Château-du-Loir, Dissay, Sainte-Paterne.

Ardennes. — *Ardennes*. Nodules blancs souvent accompagnés de pyrite à la base du sénonien de Perthes (travaux du tunnel).

Madagascar. — Les assises ferrugineuses et gréseuses du crétacé (sénonien ?) des environs de Diégo Suarez renferment une petite quantité de phosphate, qui est surtout concentrée dans des bois de conifères [*Araucaroxydon madagascariense*, Fliche], taraudés, très analogues d'aspect extérieur avec ceux de l'albien et du cénomaniens de l'Argonne. Ces bois fossiles, à structure conservée, sont rouges ou brun foncé à éclat cirieux et renferment jusqu'à 54 % de phosphate de chaux tribasique : ils ne constituent qu'un accident minéralogique.

d) *Dans les assises tertiaires.*

Éocène.

Bassin de Paris. — C. A. Becquerel a signalé en 1821 de petits nodules dans l'argile plastique d'Auteuil. Meillet a cité aussi (*A. M.* III. 718. 1843), dans le calcaire grossier (lutétien) des environs de Paris, de petits nodules jaune-chamois, renfermant jusqu'à 62 % de phosphate tricalcique. Ce n'est là qu'une curiosité minéralogique.

Berri. — *Indre*. Les marnes éocènes de la ferme des Prunes près d'Argenton, connues par leurs ossements de vertébrés, renferment de petits nodules terreux de phosphate de chaux.

Algérie. — L'éocène inférieur, qui affleure sur de grandes étendues dans toute l'Afrique septentrionale, renferme toujours à sa base (entre le crétacé et le calcaire à *Nummulites planulatus*, c'est-à-dire dans le thanétien et l'yprésien) des couches phosphatées plus ou moins importantes par leur épaisseur et leur teneur en anhydride phosphorique. Ces dernières sont généralement insuffisantes pour donner lieu à une exploitation ; c'est seulement dans la province de *Constantine* et en *Tunisie* que la teneur en phosphate tribasique atteint 6 à 7 % et que les couches peuvent être exploitées fructueusement. La figure 1 représente une lame mince taillée dans le minerai riche de Tébessa. Les grains de fluocolophanite y présentent leur forme caractéristique.

Voici les gisements les plus importants : *Constantine* : Djebel Kouif (22 km. N. E. de Tébessa) ; Djebel Dyr (à 16 km. N. de Tébessa) ; Aïn-Kissa (à 8 km. N. E. de Tébessa) ; Tocqueville (à 31 km. S. O. de Sétif) ; Bordj R'dir (58 km. S. O. de Sétif).

Je citerai quelques autres gisements à teneur trop faible pour être exploités : Environs S. O. de Sétif ; Aïn-Abid et Bou Nouara (entre

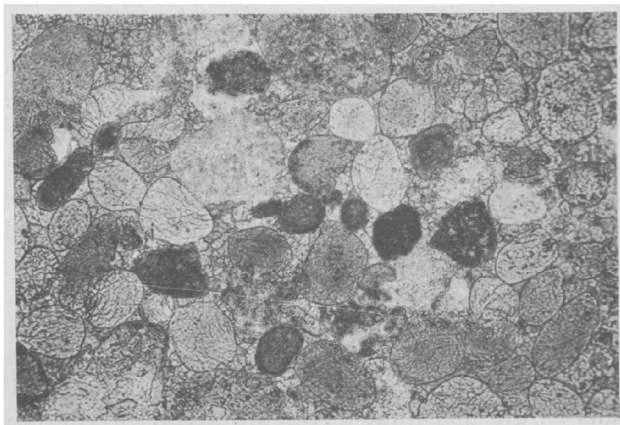


Fig. 1.

Grains phosphatés cimentés par calcite. Tébessa. (*Grossissement de 35 diamètres.*)

Guelma et Constantine) ; Aïn-Fakroun (entre Aïn-Beida et Constantine) ; Djebel M'Zaïta, à 28 km. au Sud de Bordj bou Arréridj et enfin (*Alger*), la région de Boghar et de Bérin.

Il existe aussi quelques autres gisements, dont l'exploitation est aujourd'hui abandonnée, et qui se trouvent dans l'éocène moyen (lutétien) : Tarja et Djebel Dekma, près Souk-Ahras.

Tunisie. — Les nombreux gisements exploités, découverts par Philippe Thomas, qui appartiennent à l'éocène inférieur, sont : Kalaat-es-Snam et Kalaat Djerda au N. E. de Tébessa (*Constantine*) et dans l'éocène moyen (d'après M. Pervinquière), les nombreux gisements de la concession de Gafsa (Dj. Seldja, Redeyef, Aïn Moulares, Zebbeus, etc.). Ils constituent une richesse considérable pour la Régence (voir Pervinquière, *Étud. géol. Tunisie centr.* 1903. 175).

Il existe aussi un grand nombre d'autres gisements du même niveau dans la Tunisie centrale et méridionale, mais trop pauvres pour pouvoir être exploités.

Les couches phosphatées consistent en calcaires alternant avec des marnes brunes, souvent feuilletées et gypsifères. Les calcaires prédominent et sont les plus riches en anhydride phosphorique. Dans les marnes abondent les débris fossiles (ossements, dents, écailles, petits coprolithes); on y trouve des couches irrégulières riches en nodules à surface lisse, couverts d'une patine noire et luisante. Les plus gros atteignent la grosseur d'un melon; ils sont calcaires à l'intérieur et phosphatés (5 à 6 %) à leur périphérie. Les petits titrent jusqu'à 70 % de phosphate. A l'inverse des calcaires, les marnes ne sont pas glauconieuses, mais renferment des veinules de gypse et des rognons de célestite ou de barytine.

Les calcaires phosphatés sont d'un gris jaune clair ou brun verdâtre, ils sont légers et friables, les grains phosphatés sont petits, accompagnés de grains de quartz, d'opale et de débris organiques phosphatés.

ODONTOLITE

Sous le nom d'*odontolite*, de *turquoise occidentale* ou de *nouvelle roche* (par opposition à la turquoise véritable ou d'ancienne roche), on désigne depuis longtemps des ossements fossiles, colorés en bleu par du phosphate de fer.

Diagnostic. L'odontolite se distingue facilement de la turquoise véritable par ce que sa couleur pâlit plus vite à la lumière artificielle: sa densité est plus élevée; elle est facilement attaquable par les agents chimiques. Sa solution, *avec effervescence*, dans un acide ne se colore pas en bleu par addition d'ammoniaque, par suite de l'absence de cuivre. Enfin l'examen microscopique décèle la véritable nature de la substance, car la structure histologique osseuse est conservée.

Composition chimique. M. Ad. Carnot a fait voir (*A. M.* VIII. 326. 1895) que la composition chimique originelle de l'os a été profondément modifiée; une partie du phosphate tricalcique a disparu et a été remplacée par des phosphates d'aluminium et de fer. Il y a eu en outre fixation de fluor; la proportion du fluorure de calcium ne dépasse pas, dans les dents des animaux vivants, 0,50 %, alors qu'elle peut atteindre 6 ou 7 % dans les dents fossiles¹. Cette composition chimique est d'ailleurs assez variable suivant les gisements.

1. M. Carnot a montré (*A. M.* I. 185. 1893) que cette fixation du fluor est caractéristique des os fossiles (voir page 567).

L'analyse suivante a été faite sur une odontolite de la collection de l'École des Mines, dont la provenance n'est pas indiquée, mais qui vient certainement du Gers : elle montre que ce produit peut être considéré comme une colophanite alumineuse fluorée.

P ² O ⁵	41,27
Al ² O ³	17,71
Fe ² O ³	5,80
CaO.....	24,72
MgO.....	0,99
CO ²	5,60
Fl.....	3,45
Argile.....	0,18
Perte au feu...	1,20
	<hr/>
	100,92

La densité de l'odontolite de Simorre est de 3,05 à 3,4 ; son indice de réfraction (Na) est de 1,63. La densité de l'ivoire vivant est de 1,93 (structure poreuse) et son indice de 1,52 ; la fossilisation change donc considérablement ses propriétés.

Bassin d'Aquitaine. — *Gers.* Les ossements fossiles et notamment les dents du *Mastodon angustidens*, de l'helvétien du Gers, prennent parfois une coloration bleue, qui les a fait depuis longtemps rechercher pour la bijouterie. Les gisements les plus connus sont ceux de Simorre et de ses environs (Laymont, Baillabatz), de Lombez, des environs d'Auch (Gimont, Crastes).

Au commencement du xvii^e siècle, Réaumur a montré la véritable nature de cette soi-disant turquoise (*Hist. Acad. Sciences*, 1718. 174) et décrit les précautions prises de son temps pour dessécher ce produit et aviver sa couleur bleue par un chauffage (de 2 à 5 heures) dans une sorte de four à réverbère. La coloration ainsi obtenue est fort inégale et disparaît même, quand le chauffage a été poussé à une température trop élevée.

Les nombreux échantillons que j'ai examinés ont une structure anatomique remarquablement conservée.

Tarn. Dans son livre sur les Antiquités et raretés des environs de Castres, Borel signale un gisement analogue à Vénès, près Castres.

Dordogne. Je dois à M. Vasseur d'intéressants fragments d'odontolite d'un beau bleu, qu'il a trouvés dans les conglomérats calcaires sannoii-

siens (horizon du calcaire de Castillon), dans les fossés de la route d'Ey-met, à Lauzun (descente conduisant à la tourbière de Sainte-Marthe et à 300 mètres de celle-ci); les ossements transformés appartiennent surtout à des tortues.

Algérie. — *Oran.* M. Pallary m'a signalé la découverte de fragments d'odontolite dans plusieurs gisements préhistoriques : Oran, Bougie et dans un foyer à Arzew (ossements d'éléphants); les échantillons en question ont subi l'action du feu.

QUERCYITE

On a vu plus haut qu'une petite portion seulement des phosphorites des gisements français est constituée par de la colophanite ou par de la dahllite pures. Le type le plus fréquent, dont des exemples caractéristiques peuvent être choisis dans les gisements du Quercy décrits plus loin, ont une structure plus complexe, que j'ai cherché récemment à mettre en lumière (*C. R.* CL. 1213 et 1388. 1910).

Il est constitué par un mélange en proportion variable de colophanite amorphe et d'un minéral fibreux optiquement négatif [*dahllite* et plus souvent (*staffélite*)] ; ce mélange est si intime qu'il est impossible d'en séparer mécaniquement les composants. Les couches ainsi constituées, alternent parfois avec d'autres, dans lesquelles le minéral fibreux est optiquement positif et plus biréfringent. Enfin, certaines couches sont uniquement constituées par de la colophanite. Ces variations expliquent pourquoi la densité et l'indice moyen de réfraction varient presque avec chaque échantillon.

Cependant les différences de composition chimique sont peu considérables, ainsi qu'en témoignent les analyses suivantes faites par M. Pisani, et que j'ai publiées dans le mémoire précité.

a et *b*) Mouillac (*Tarn-et-Garonne*).

c) Castillo de Belmez, province de Cordoue [*Espagne*].

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
P ² O ⁵	37,60	36,60	37,75
CaO.....	51,85	50,45	52,50
F.....	1,50	0,83	»
CO ²	4,00	4,62	5,70
H ² O.....	4,80	6,00	3,20
Fe ² O ³ + Al ² O ³ ..	»	1,30	0,85 ¹
	99,75	99,80	100,00

1. Y compris un peu de fluor.

Cette association intime du produit amorphe et des minéraux cris-

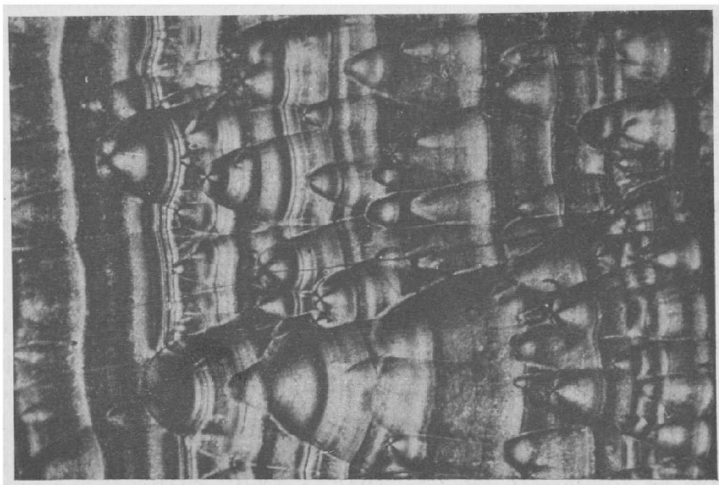


Fig. 1.
Quercyte en sphérolites coniques.
(Lumière polarisée parallèle. Grossissement de 35 diamètres.)

tallisés est tout à fait comparable à celle des fibres de quartzine ou de

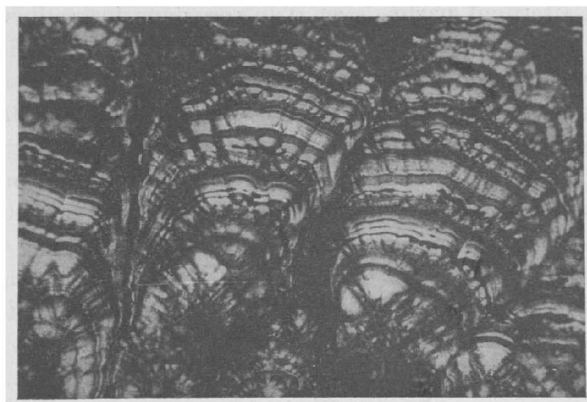


Fig. 2.
Alternance de zones très éclairées de quercyte β et de zones sombres
de quercyte α . Caylus. (Lumière polarisée parallèle, grossissement
de 35 diamètres.)

calcédonite et d'opale dans la calcédoine. J'emploie le terme de *quer-*

cyite pour désigner ce type spécial de phosphorite : *quercyite* α , dans le cas où le produit cristallin est optiquement négatif (uniaxe ou à axes très rapprochés) (analyse *a*) et *quercyite* β , quand existe en outre le minéral optiquement positif (uniaxe ou à axe optique très rapproché) (analyse *b*) ; celui-ci n'a pu être assimilé à aucune espèce connue, mais les analyses données plus haut montrent qu'il ne peut avoir qu'une composition très voisine de celle des minéraux optiquement négatifs.

La densité de l'échantillon analysé en *a* varie de 2,83 à 2,87 ; son indice médian est de 1,608. A elles seules, ces valeurs permettent immédiatement de distinguer les quercyites de la dahllite ou de la francolite (*staffélite*) et a fortiori de l'apatite.

Diagnostic. Les fibres de quercyite n'ont pas l'individualité de celles de stafellite ou de dahllite : les sphérolites ou les croûtes qu'ils constituent ont l'aspect caractéristique montré par les figures 1 et 2 : ils ne se terminent jamais par des pointements libres dans des cavités.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans les poches à phosphorites.

Quercy. — *Lot. Tarn-et-Garonne. Aveyron.* Les poches à phosphorites du Quercy sont célèbres, depuis la découverte des premières d'entre elles à Cos près Caylus (1865), grâce aux admirables trouvailles paléontologiques qui y ont été faites. Après une période d'exploitation très active, la plupart des gisements sont actuellement épuisés.

La bibliographie concernant cette question est très touffue. M. Thevenin l'a donnée aussi complète que possible dans un mémoire (*B. C. F.* XIV. 461. 1903), où il a décrit la distribution géologique et l'origine de ces curieux gisements.

Ces poches se trouvent toutes dans les calcaires compacts fissurés (bajocien, bathonien calcaires sublithographiques) et encore lias inférieur) ; elles se trouvent toujours au voisinage des affleurements de lambeaux tertiaires. Elles ont des dimensions très variées ; il en est de 35 mètres de large, d'autres (Pindaré) peuvent être suivies sur plus de 100 mètres, avec une largeur de 3 à 6 mètres. Les cavités à phosphorites ne constituent qu'exceptionnellement des fentes à parois verticales et sensiblement parallèles ; le plus souvent, ce sont des poches irrégulières, fermées par le bas, renfermant souvent des ramifications latérales, s'étranglant ou s'élargissant par places. Ces ramifications

sont parfois de véritables boyaux, s'ouvrant dans de grandes cavités voisines. Le remplissage de ces cavités est formé par une terre rouge,

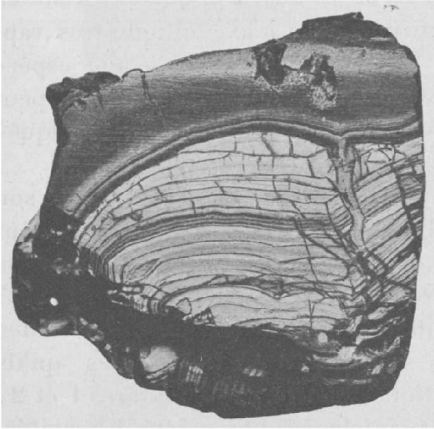


Fig. 3.

Section polie d'un nodule de quercyite à texture agatoïde. Mouillac. (Photographie un peu réduite.)

semblable à celle résultant de la décalcification des calcaires : les grains de limonite y abondent. Quelquefois cette argile est sableuse et contient des cailloux roulés de quartz, de calcaire. On observe aussi dans ces cavités des brèches, formées de débris anguleux du calcaire des parois, réunis par de l'argile et des grains de limonite, avec fréquent durcissement par de la calcite secondaire ; c'est souvent dans de semblables brèches qu'abondent les ossements fossiles.

Les phosphorites (*dahllite*, *quercyites* ou *colophanite*) forment dans l'argile des rognons concrétionnés, à structure souvent étrange-

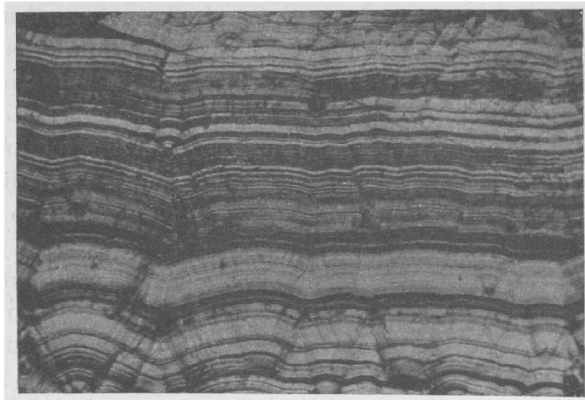


Fig. 4.

Lame mince d'une alternance de quercyite α et de quercyite β . (Lumière polarisée parallèle. Grossissement de 35 diamètres.)

ment mamelonnée et contournée (fig. 3, page 496 ; fig. 2 et 3, pages 557), dont la surface est parfois très brillante. Elle constitue aussi des revê-

tements concrétionnés sur la surface des parois calcaires et remplit leurs fentes de ses veinules. Il existe aussi des stalagmites, rappelant par leur apparence, celles constituées par la calcite dans les grottes calcaires ; ces stalagmites se trouvent dans les parties les plus basses des cavités ; les stalactites sont en général absentes. Exceptionnellement (Lamandisse), les phosphorites forment des veinules dans le calcaire lui-même. La forme de ces concrétions est indépendante de leur constitution intime et il est fort possible que dans tous les cas, elles aient commencé à se concrétionner sous forme amorphe (colophanite), puis qu'elles aient pris ensuite peu à peu une structure cristalline, à la façon des nodules d'opale qui, avec le temps, se transforment en divers produits cristallisés.

La texture de ces concrétions de quercyite est toujours la même ; elle est généralement à la fois zonée et fibreuse (fig. 3 et 4). Les colorations sont variées : blanches, jaunes, brunes ou verdâtres ; ces diverses teintes s'associent parfois dans des zones successives. L'aspect est tantôt celui de l'opale commune, tantôt celui de l'agate. Exceptionnellement (Mouillac), il existe des variétés translucides ressemblant à de la gomme, dont la couleur varie du jaune clair au brun noir. Des dendrites manganésifères sont fréquentes dans les fissures ou dans la masse ; elles donnent parfois au minéral une coloration bleuâtre.

Il existe aussi des rognons blancs ou jaunâtres, à structure crayeuse disséminés dans l'argile rougeâtre, qui renferme toujours une quantité plus ou moins grande de phosphate mal individualisé au point de vue minéralogique.

Des théories nombreuses ont été proposées pour expliquer la genèse des gisements de phosphorites. L'on a tout d'abord fait intervenir des phénomènes filoniens hydrothermaux [Combes (*Assoc. fr. Avanc. Sc.* 1872. 482) ; Daubrée (*C. R.* LXXIII. 1028. 1871 et *Ass. Fr. Avanc. Sc.* 1878-544) ; Trutat (*C. R.* LXXIII. 1363. 1871) etc.] ; puis est venue la théorie de Dieulafait, faisant appel à l'action d'eau lagunaire, qui, en corrodant les calcaires du Causse, lui aurait enlevé son phosphate tribasique (*A. C. P. V.* 204. 1885).

L'opinion qui, aujourd'hui, paraît la plus vraisemblable parallélise le mode de formation des phosphorites avec celui de la limonite sidérolitique (Tome III, p. 391). Au cours de la longue période d'émergence du début du tertiaire, les calcaires du Causse se sont creusés de cavernes, de gouffres, qui ont été remplis par ruissellement pendant

l'éocène et l'oligocène, grâce à un mécanisme analogue à celui que l'on voit aujourd'hui en œuvre dans les cavernes. Les argiles de décalcification des calcaires se sont concentrées ainsi dans ces cavités. Les dépouilles des animaux y ont été entraînées par les eaux ; comme dans les cavernes, les cadavres des animaux, qui y ont vécu, ont fourni des phosphates par le mécanisme étudié page 493 au sujet de la brushite.

Ces phosphates solubles ont attaqué les parois calcaires et sont venus s'ajouter au phosphate de calcium contenu dans les argiles de décalcification et provenant originellement des calcaires¹. Les eaux chargées d'anhydride carbonique ont remis tous ces phosphates en mouvement et déterminé leur concrétionnement, leur cristallisation au milieu d'argiles ou contre les parois, remplissant quelquefois des vides laissés dans l'argile par la disparition des organes mous de quelques animaux (moulages en phosphorite de reptiles signalés jadis par Filhol). L'importance du rôle joué par l'anhydride carbonique est mise en évidence par la démonstration que j'ai donnée plus haut de son existence comme élément essentiel de tous les phosphates de ces gisements.

Les pseudomorphoses décrites page 496 montrent que dans beaucoup de cas, le phosphate bi-calciqne s'est formé dans ces divers gisements, constituant un minéral transitoire.

Je renvoie au mémoire de M. Thevenin pour la bibliographie et pour les arguments paléontologiques que l'on peut invoquer à l'appui de cette théorie.

Les gisements de phosphorite du Quercy sont limités à la portion des départements du *Lot* et du *Tarn-et-Garonne*, limitrophes de l'*Aveyron* ; un petit nombre de gisements se trouvent dans ce dernier département au voisinage des précédents. Les principaux sont les suivants ; leurs produits ne se distinguent guère les uns des autres : la quercyite α y domine ; j'indiquerai ci-contre ceux dans lesquels j'ai trouvé en outre la quercyite β ; j'ai signalé page 557 et 564 les gisements, dans lesquels j'ai observé la colophanite et la dahllite concrétionnées.

Lot. Environs de Cajarc (Paillès, Saint-Néboule, Sabin, Nougayrac, Memercin, Saint-Martin-la-Bouval, Larnagot, Prajous, Cregols), de

1. A Reilhac, le calcaire du Causse renferme 0,26 ‰ de P_2O_5 et 0,86 de Fe_2O_3 . A Padirac, le calcaire de l'orifice du gouffre contient 0,42 ‰ de P_2O_5 , l'argile résultant de sa décalcification prise à sa surface en renferme 4 gr. 4, alors qu'au fond de la grotte, loin des parois, elle contient 3 gr. 9 et 5 gr. 1 au contact du calcaire (*in* Thevenin).

Limogne (Concots, Saint-Jean-de-Laurs, Puyjourdès, Coinac, Escamp, Cénevières, Bach, Promilhanès, Beauregard).

Tarn-et-Garonne. Environs de Caylus [Aubrelong, Mouillac (avec quercyite β et dahllite), Perinette, Pendaré, Cos, Guillaumet) ; Saint-Antonin (Raynal, Tabarly, forêt de Breton].

Aveyron. Villeneuve, La Rouquette, au sud de Villefranche-de-Rouergue¹.

Cévennes. — *Gard.* Les gisements de phosphorites de ce département sont comparables aux précédents : la quercyite y prédomine. Il y a lieu de signaler en particulier les suivants. Au château du Plantat à Quissac, les poches sont creusées dans les calcaires jurassiques (oxfordiens) et leur remplissage date de l'éocène ou de l'oligocène. Sur le plateau d'Uzès en face d'Avignon, à Pouzilhae (Monticaud), Tavel, Saint-Maximin, la Capelle, elles contiennent une faune intermédiaire entre le pliocène et le quaternaire.

J'ai étudié de nombreux échantillons de ces exploitations aujourd'hui abandonnées ; il y a lieu de signaler à Tavel des agrégats botroydes formés par des globules de la grosseur d'une cerise à surface rugueuse et de couleur noire : ils permettent d'étudier les propriétés de la *quercyite*. M. G. Carrière m'a communiqué en outre de gros rhombôdres aigus de calcite épigénisés par de la quercyite fibreuse.

Hérault. Des gisements de phosphorite, fournissant des produits semblables à ceux du Quercy, ont été exploités dans des poches du calcaire jurassique de la grotte de Cette et entre Frontignan et la montagne de la Gardiole (Wickersheim, *A. M.* XVI. 283. 1879), ainsi qu'à Bouzigues ; à environ 1 km. de cette localité, la grotte de Loupian creusée dans le calcaire bleuâtre de l'oxfordien, a fourni des amas d'ossements de chauve-souris, dont les cerveaux sont parfois transformés en phosphate. Je dois à M. Braly de beaux échantillons de quercyite fibreuse, concrétionnée sur le calcaire provenant de ce gisement.

De même, on a rencontré de la quercyite concrétionnée dans des grottes à brèches osseuses des environs de Montpellier (Bourgade,

1. Dans ce département, à Bozouls, on a signalé, non plus dans le calcaire, mais dans un tuf basaltique une phosphorite en rognons concrétionnés avec des ramifications saillantes et souvent très grêles, s'enfonçant de toutes parts dans la roche éruptive ; je n'ai pas eu en mains d'échantillon de ce gisement.

Bois-de-l'Hôpital) et de divers autres points du département ; j'en dois de bons échantillons à M. Delage.

Algérie. — Des phosphorites identiques à celles du Quercy comme aspect et comme structure se rencontrent assez abondamment dans le département d'*Oran* et dans un gisement de celui de *Constantine* : elles sont constituées d'ordinaire par de la quercyite et parfois par de la colophanite. M. Ad. Carnot a publié les analyses partielles suivantes de quelques-uns des gisements qui vont être énumérés : il semble en résulter que la dahllite doit en constituer l'élément cristallin.

	P ² O ⁵	Fl.
Djebel Toumaï.....	37,48	0,10
—	36,90	tr.
—	29,93	0,06
Inkermann.....	38,39	0,05
Retaïma.....	40,66	0,08

Oran. Les fissures sont creusées dans les calcaires jurassiques ou miocènes du nord du département : Oran ; la Djiddiouïa ; El-Bordj ; Kalâa ; Aïn Kebira, à 10 km. Sud-Est de Nedroma (dans le lias) ; Djebel Kebir, à 10 km. Nord de Lalla-Marnia ; Rio Salado, à 6 km. du village (dans le lias) ; Djebel Touïla ; Djebel Toumaï, à 18 km. Sud-Est de Nemours (dans oxfordien ?) ; Djebel Sidi Sefeane ; Djebel Sfiân, à 24 km. Nord-Est de Nemours (dans le lias) ; Djebel Tadjerah ; Djebel Zardeb, etc. Ces phosphates sont parfois surmontés par des brèches osseuses, vertébrés pliocènes, renfermant quelquefois (Toumaï, des hélix actuels ; ils ont été exploités sans grand succès. [Pallary (*Ass. fr. Avanc. Sc.* 1894) et Dion (*Bull. Soc. pharm. Bordeaux*, 1897).]

Constantine. Oum-el-Boaghi, à 20 km. O. d'Aïn-Beida (dans l'urgo-aptien).

PLUMBOGUMMITE

Hexagonale ?

Facies. La plumbogummite se présente sous la forme de masses concrétionnées, globuleuses ou botroydes, à structure testacée (fig. 1), dont chaque couche est fibreuse : plus rarement on la trouve en petits cristaux aciculaires (fig. 2 et 3).

Dureté. 4 à 5.

Densité. 4, à 4, 9. 4,88 (Nuissière, Dufrenoy).

Coloration et éclat. Jaune d'or, brun rouge, jaune verdâtre ou bleuâtre.

Éclat gras et résineux. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et positive (n_g).

Pléochroïsme. Il existe un faible pléochroïsme dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant n_g .

Composition chimique. M. Hartley a montré (*Min. Magaz.* XII. 230. 1900) l'analogie de composition chimique existant entre la *hitchcockite* de la Géorgie et celle du Cumberland pour laquelle il a proposé la formule $2PbCO_3 \cdot Pb_3(PO_4)_2 + 6[AlPO_4 \cdot 2Al(OH)_3 \cdot H_2O]$ ou $5PbO \cdot 9Al_2O_3 \cdot 4P_2O_5 \cdot 2CO_2 + 24H_2O$, correspondant à la composition *a*.

Il a publié en outre les analyses *b* et *c* d'une plumbogummite d'un brun foncé de Huelgoat et il a cherché à montrer que celle-ci n'est qu'un mélange de *hitchcockite* et de *pyromorphite*. Il reconnaît d'ailleurs que les résultats du calcul sont peu satisfaisants¹. On verra plus loin que des mélanges de ce genre existent à Huelgoat. Je ne sais si c'est un de ceux-là qu'a analysé le savant anglais, mais il me semble difficile d'admettre l'hétérogénéité de la plumbogummite du Huelgoat, dont les magnifiques échantillons translucides ne montrent pas trace d'impuretés à l'examen microscopique. Il semble donc que la plumbogummite diffère de la *hitchcockite*, notamment par sa teneur en eau. M. Hartley a en tous cas le mérite d'avoir le premier montré l'existence de l'anhydride carbonique dans ce minéral, qui renferme en outre parfois une petite quantité de matière organique

1. En déduisant les proportions de *pyromorphite* correspondant au chlore, le sulfate de plomb correspondant à l'acide sulfurique, l'eau perdue à 100°C. et en ramenant à 100°, les analyses *b* et *c* conduisent aux résultats suivants :

	<i>b</i>	<i>c</i>
P ₂ O ₅	20,51	21,22
Al ₂ O ₃	23,48	24,49
PbO.....	38,80	36,43
CO ₂	5,66	5,44
H ₂ O.....	44,55	42,42
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

viciant un peu les teneurs en anhydride carbonique et en eau des analyses *b* et *c*,

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
P ² O ⁵	18,20	18,37	19,14
Al ² O ³	29,41	19,04	20,98
PbO.....	35,73	43,24	38,91
CO ₂	2,82	4,59	4,66
H ² O au-dessus de 100°	13,84	9,37	10,64
H ² O à 100°.....	»	5,13	4,80
Cl.....	»	0,29	0,16
SO ³	»	»	0,96
	<u>100,00</u>	<u>100,03</u>	<u>100,25</u>

Je donne ci-contre comme documents les analyses successives faites sur la plumbogummite française par les auteurs, dont les travaux vont être rappelés plus loin.

a) de Huelgoat par Berzélius, *b*) par Damour; *c*) de la Nuissière par Dufrenoy.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
P ² O ⁵	»	8,06	1,89
Al ² O ³	37,00	34,32	34,23
PbO.....	40,14	35,10	43,42
CaO.....	{ 1,80	0,80	»
Fe ² O ³		0,20	»
H ² O.....	18,80	18,70	16,13
PbCl ²	»	2,27	»
SO ³	0,20	0,30	»
SiO ²	0,60	»	2,11
	<u>98,54</u>	<u>99,75</u>	<u>97,78</u>

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépité et donne de l'eau. Quelques variétés noircissent quand on les chauffe, par suite de l'existence d'une petite quantité de matière organique. Au chalumeau, gonfle, colore la flamme en bleuâtre, mais ne fond pas. Sur le charbon, donne un globule de plomb; avec la solution de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine.

Difficilement attaquée par l'acide azotique.

Diagnostic. La plumbogummite ressemble à la calcédoine, mais avec un éclat plus gras et une réfringence beaucoup plus élevée; les réactions pyrognostiques rendent facile le diagnostic d'avec ce minéral. Elle se distingue aisément de la pyromorphite, qui l'accompagne, par son infusibilité et le signe positif de ses fibres, sa résistance aux acides, l'absence des réactions du chlore et l'existence de celle de l'aluminium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Finistère.* La plumbogummite a été découverte dans les mines de Huelgoat et pour la première fois décrite par Romé-de-l'Isle (Demeste, *Lettres minéral.*, II, 399, 1779 et *Cristallogr.* III, 399, 1783) sous le nom de *plomb rouge en stalactites, tantôt en globules*. Gillet de Laumont l'a retrouvée et en a donné une description (*J. P.* XXVIII, 385, 1786) sous le nom de *sel acide phosphorique martial*, plus tard changé par lui en celui de *plomb gomme*, quand Berzélius en eût publié une première analyse (*Schweig. J.* XXVII, 65, 1809), qui lui fit considérer ce minéral comme un hydroaluminate de plomb.

En 1840, M. Damour montra (*A. M.* XVII, 191, 1840) que l'analyse de Berzélius était inexacte, le minéral ren-

fermant de l'anhydride phosphorique qui, dans l'analyse du savant suédois, avait été précipité avec l'alumine et le plomb.

La collection du Muséum possède une série d'échantillons de plumbogummite de Huelgoat se présentant avec des aspects variés : ils comprennent, entre autres, les types de Romé de l'Isle et de Gillet de Laumont. M. Damour a bien voulu en outre me donner quelques-uns des morceaux qu'il a examinés.

La plumbogummite de Huelgoat se présente sous des aspects variés. On la trouve en masses concrétionnées à structure testacée et fibreuse rappelant la calcédoine (fig. 1), mais avec un aspect plus résineux et plus brillant ; sa couleur varie du jaune d'or au brun rouge. Elle forme aussi des gouttelettes et des enduits généralement implantés sur de la marcasite, sur de la cérusite ; ils ne doivent pas être confondus avec les champignons de pyromorphite fibreuse



Fig. 1.

Plumbogummite concrétionnée, testacée, de Huelgoat.
(Photographie à peu près grandeur naturelle.)

décrits page 399. L'association fréquente de la plumbogummite et de la marcasite rend souvent difficile la conservation de ces échantillons.

En outre des échantillons concrétionnés, qui viennent d'être décrits et qui constituent la véritable plumbogummite, il existe à Huelgoat de très nombreux mélanges de ce minéral et de pyromorphite, qui ont été une source de confusion considérable dans la connaissance de ce minéral, beaucoup d'auteurs et en particulier Damour ayant considéré comme des variations de composition chimique ce qui n'est qu'un mélange mécanique des deux substances. Voici l'analyse de trois de ces mélanges, *a* et *b* par M. Damour et *c* par M. Hartley (*op. cit.*).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Pb ² O ⁵	12,05	15,18	16,81
PbO.....	62,15	70,85	68,62
Al ² O ³	11,05	2,88	2,78
PbCl ²	8,24	9,18	9,11
SO ³	0,25	0,40	»
CO ²	»	»	0,44
H ² O.....	6,18	1,24	1,96
	<u>99,92</u>	<u>99,73</u>	<u>99,72</u>

J'ai eu entre les mains les échantillons analysés par M. Damour ; ce sont de véritables pseudomorphoses incomplètes de pyromorphite en

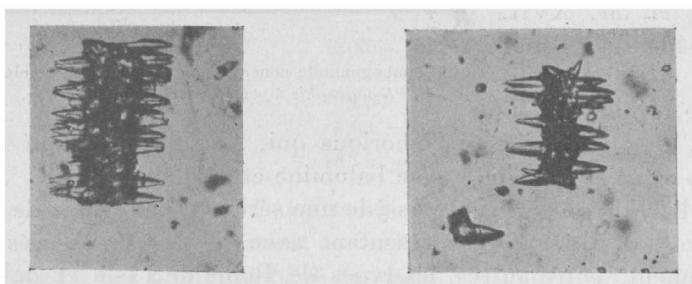


Fig. 2.

Cristaux aciculaires de plumbogummite implantés perpendiculairement sur un prisme de pyromorphite de Huelgoat. (*Grossissement de trois diamètres.*)

plumbogummite. La pyromorphite appartient à la variété coralloïde brune, elle est devenue blanche et quand on l'examine au microscope, on constate que ses aiguilles sont recouvertes par de petits cristaux aciculaires de plumbogummite (à allongement positif) implantés perpendiculairement à leur axe et simulant avec celui-ci les dents d'un peigne (fig. 2.)

Les échantillons de ce genre sont toujours associés à de la marcasite décomposée, qui explique la petite quantité d'acide sulfurique et de fer des analyses précitées.

Plateau Central. — *Rhône.* La plumbogummite a été trouvée en petite quantité à la mine de la Nuissière en Chenelette et décrite par Dufrénoy (*A. M.* VIII. 243. 1835); elle s'y présente avec un aspect différent de celui du minéral de Huelgoat; elle constitue de très petits mamelons à éclat fort vif, d'une couleur verte très pâle, ils sont parfois presque incolores. J'en ai recueilli quelques fragments sur les haldes du puits aujourd'hui comblé.

D'autre part, j'ai trouvé dans la mine de Montchonay en les Ardillats, des enduits concrétionnés d'un beau bleu lavande, à struc-

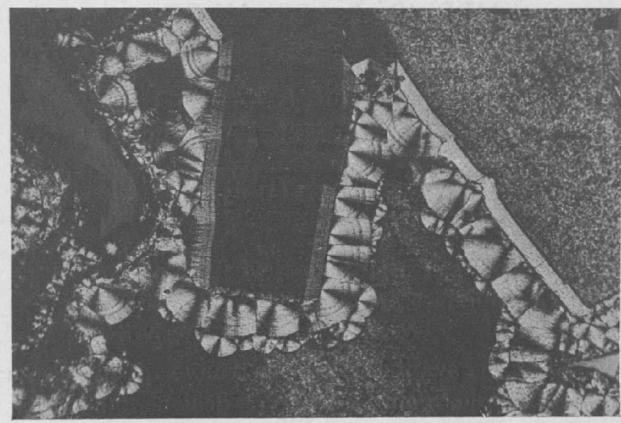


Fig. 3.
Sphérolites de plumbogummite sur pyromorphite.
(Lumière polarisée parallèle; grossissement de 30 diamètres.)

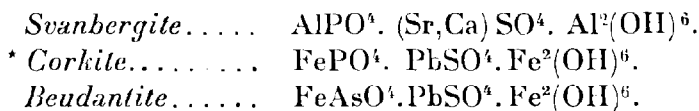
ture concrétionnée, identiques comme aspect et comme structure microscopique, au minéral de Roughton Gill et de Red Gill, dans le Cumberland, dont M. Hartley a montré l'identité avec la hitchcockite; comme dans ces gisements, ils sont quelquefois associés à de la pyromorphite ou à de la campylite qu'ils recouvrent (fig. 4). Ce minéral est fréquemment tacheté de psilomélane noire: c'est de lui dont il est question page 528.

Isère. Drian a signalé (*Minér. et pétr. env. Lyon.* 330. 1849) la plumbogummite dans le filon quartzeux de la Poype, près Vienne; elle y formait, d'après lui, des grains ou mamelons d'un blanc jaunâtre ou

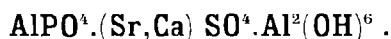
jaunes, d'aspect gélatineux ; je n'ai pas vu ce minéral parmi les nombreux échantillons de ce gisement que j'ai examinés.

GROUPE DE LA SVANBERGITE

Ce groupe comprend les espèces suivantes, qui sont rhomboédriques et isomorphes.



SVANBERGITE



Rhomboédrique : $pp = 90^\circ 33'$.

Angle plan de $p = 90^\circ 34'$

$[a : c = 1 : 1,2063 \text{ (Dauber)}^1.]$

Formes observées : $a^1(0001)$; $p(10\bar{1}1)$; $e^3(40\bar{1}1)$, $e^{11/4}(50\bar{5}1)$, $e^1(02\bar{2}1)$.

[	a^1p	$125^\circ 44'$	pp	$90^\circ 33'$
	a^1e^3	$100^\circ 44'$	e^3e^3	$63^\circ 3'$
	$a^1e^{11/4}$	$99^\circ 10'$	$e^{11/4}e^{11/4}$	$61^\circ 59'$
	a^1e^1	$109^\circ 43'$	e^1e^1	$70^\circ 48'$

Formes et faciès. La svanbergite ne se trouve qu'en cristaux entrant dans la constitution de roches ; ce sont des rhomboèdres, à aspect cubique quand p prédomine, ou des grains irréguliers.

Clivages. Clivage parfait suivant $a^1(0001)$.

Dureté. 5.

Densité. 2,99 à 3,30 ; 3,14 (Chizeuil).

Coloration et éclat. Jaune de miel, rose, brun rouge. Poussière incolore ou rougeâtre. Translucide.

Éclat vitreux à adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* (n_g). La biréfringence est voisine de celle du quartz. Les indices de réfraction mesurés par la méthode de l'immersion sont compris entre 1,63 à 1,64.

Composition chimique. La formule déduite d'une analyse de Bloms-

1. M. Seligmann a déduit $c = 1,2389$ de la mesure de $e^3e^3 = 117^\circ 6'$, d'où $pp = 89^\circ 34'$, mais la mesure directe lui a fourni $90^\circ 47'$.

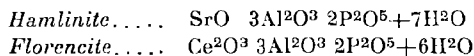
trand est $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}^2\text{O}^3 \cdot \text{P}^2\text{O}^5 \cdot 2\text{SO}^3 + 6\text{H}^2\text{O}$; mais M. Prior¹ a montré par des essais qualitatifs (*Miner. Magaz.* XII. 249. 1900) que le minéral renferme peu ou pas de calcium, et beaucoup de strontium. Dès lors, en considérant comme strontiane la chaux indiquée dans l'analyse de Blomstrand, la formule du minéral devient celle donnée plus haut ou : $2\text{SrO} \cdot 3\text{Al}^2\text{O}^3 \cdot \text{P}^2\text{O}^5 \cdot 2\text{SO}^3 + 6\text{H}^2\text{O}$, correspondant à la composition suivante, dans laquelle une partie de la strontiane est sans doute remplacée par de la chaux.

P^2O^5	15,4
SO^3	17,3
Al^2O^3	33,1
SrO	22,5
H^2O	41,7
	100,0

J'ai purifié un peu de svanbergite de Suède et prié M. de Gramont de l'examiner par son délicat procédé spectroscopique des sels fondus (*B. S. M.* XXI. 94. 1898). Le produit de la fusion avec le carbonate de lithium a fourni, sous l'action de l'étincelle condensée, les raies du strontium suivantes, très brillantes : 4305, 6; 4215, 7; 4077, 9; la raie 4607,5 est masquée par la raie 4608 du lithium, mais elle a été mise en évidence dans un autre essai effectué sur la matière fondue avec le carbonate de sodium ; en même temps, la raie 4226,9 du calcium (assez forte) a été constatée. Ces essais confirment donc l'observation de M. Prior; ils ont été répétés avec les mêmes résultats sur le minéral français dont il est question plus loin, qui paraît contenir cependant plus de strontium.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau acide. Très difficilement fusible sur les bords en esquilles minces. Au chalumeau, avec l'azotate de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine.

1. Le même auteur a montré que si l'on admet que 2SO^3 remplace P^2O^5 , on peut représenter par la même formule les deux minéraux suivants, dont les formes sont extrêmement voisines de celles des minéraux de ce groupe.



Il y rattache aussi dubitativement la *plumbogummite*, avec la formule $2\text{PbO} \cdot 3\text{Al}^2\text{O}^3 \cdot 2\text{P}^2\text{O}^5 + 7\text{H}^2\text{O}$, dans laquelle une certaine quantité de P^2O^5 serait remplacée par CO^2 (voir page 587).

Facilement décomposée par le carbonate de sodium, le produit de la fusion, repris par l'eau, puis additionné d'un peu de chlorure de césium, donne les réactions de l'acide sulfurique et de l'aluminium, sous forme d'octaèdres cristallitiques d'alun de césium ; la solution azotique fournit les réactions du phosphore.

A peine attaquée par les acides.

Diagnostic. Ces réactions pyrognostiques, jointes aux propriétés optiques du clivage facile, sont caractéristiques de la svanbergite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* J'ai trouvé récemment un nouveau gisement de ce minéral rare, qui n'était connu jusqu'ici que dans deux localités suédoises.

On a vu, page 73, qu'à Chizeuil près Chalmoux, des filons de pyrite sont exploités dans le granite au contact de quartzites (tournaisiens d'après M. Albert Michel-Lévy). A l'extrémité méridionale de l'exploitation, au puits Martin, on a rencontré sur quelques mètres un accident minéralogique constitué par une roche blanche, que M. Castanier a bien voulu me communiquer : l'exploitation l'a malheureusement fait disparaître.

Cette roche a une constitution très complexe et assez variable. Elle est essentiellement formée par des minéraux blancs, associés à de la pyrite, de la covellite. Tantôt ces minéraux constituent seulement le ciment très peu abondant de nombreux petits grains ou cristaux de pyrite (généralement cubes très striés), tantôt au contraire ils prédominent de beaucoup sur le sulfure ; suivant la nature des espèces les plus abondantes, la roche est tendre ou très dure et fort tenace. Les éléments qui la constituent sont les suivants : pyrophyllite en rosettes fibro-lamellaires, kaolinite en agrégats de petites lames, diaspore, corindon, incolores, le minéral décrit dans le supplément sous le nom de *chizeuilite*, et enfin plus rarement svanbergite. L'examen microscopique permet d'ajouter à cette composition le rutile. Tous ces éléments sont parfois mélangés, mais il existe aussi des veinules ou des masses, uniquement constituées par un ou plusieurs d'entre eux, rosettes de pyrophyllite, ou bien diaspore en lames empilées et réunies par un peu de kaolinite, etc. ; enfin, il existe des îlots de kaolinite en fines petites lamelles.

La svanbergite, en grains ou en cristaux de 1 à 2 mm. de diamètre, est d'un jaune clair. Elle se rencontre exclusivement dans les parties riches en diaspore et en kaolinite ; elle y est parfois accompagnée de covellite épigénisant de la chalcopyrite ou de la panabase et de gros cristaux ($1/2 b^2$), très brillants, de pyrite.

J'ai pu extraire, de la kaolinite grenue, une petite quantité de cristaux, qu'ont permis de vérifier les propriétés physiques et chimiques données plus haut. Ces cristaux sont constitués par des rhomboédres basés.

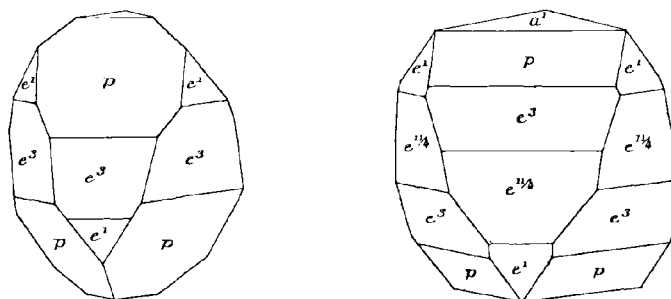
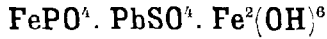


Fig. 1 et 2.
Svanbergite de Chizeuil.

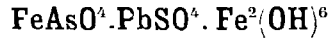
Les formes a^1 (0001), p ($10\bar{1}1$), e^3 ($40\bar{1}1$), e^1 ($02\bar{2}1$) n'ont pu être mesurées qu'approximativement, leurs faces étant encroûtées de kaolinite et la base seule donnant des images nettes ; celle-ci est plus ou moins largement développée (fig. 1 et 2). Il existe aussi parfois un rhomboèdre voisin de e^3 , que j'ai noté $e^{11/4}$ ($50\bar{5}1$) sur la figure 2, à cause de sa position et de son existence dans des cristaux de svanbergite de Suède, mais que je n'ai pu mesurer.

La roche remarquable, qui vient d'être décrite, porte la trace d'actions mécaniques, se traduisant par la déformation des cristaux de diaspore et par des plans de glissements, manifestes dans les portions riches en kaolinite. Elle doit sans doute être considérée comme un lambeau sédimentaire exceptionnellement riche en alumine, tombé dans la cavité, aujourd'hui remplie par les filons et métamorphisé par les eaux qui ont rempli celui-ci.

CORKITE



BEUDANTITE



Rhomboédriques : $pp = 91^\circ 18'$.

Angle plan de $p = 91^\circ 18'$

$[a : c = 1 : 1,1842 \text{ (Dauber)}]$.

Formes et facies. Ces deux minéraux présentent le même aspect et les mêmes propriétés; ils s'observent uniquement en rhomboèdres aigus, voisins du cube, quelquefois basés et accompagnés d'autres rhomboèdres, peut-être $e^{11/4} (50\bar{5}1)$ et $e^4 (02\bar{2}1)$. ($pa^4 = 126^\circ 11'$).

Clivages. Clivage $a^4 (0001)$ parfois facile.

Dureté. 3,5 à 4,5.

Densité. 4 à 4,3.

Coloration et éclat. Vert olive; jaunes, vertes, brun noir. Poussière gris jaune ou verdâtre. Transparentes seulement en lames minces.

Éclat vitreux à résineux.

Propriétés optiques. Optiquement négatives (n_p) et assez biréfringentes. Ces minéraux sont rarement uniaxes et dans ce cas, l'uniaxie est le résultat de l'entrecroisement de cristaux biaxes, à axes assez écartés. J'ai observé des cristaux du Laurion, dont la section basique montre un secteur triangulaire, uniaxe, bordé par des plages à deux axes écartés, dans lesquelles le plan des axes est parallèle au côté du triangle central $n_g > 1,74$.

Pléochroïsme. En lames minces, le minéral est jaune d'or foncé et nettement pléochroïque, avec maximum d'absorption suivant n_g .

Composition chimique. Je donne en *a*) la composition de la corkite : $\text{FePO}^4 \cdot \text{PbSO}^4 \cdot \text{Fe}^2(\text{OH})^6$ ou $3\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot 2\text{PbO} \cdot \text{P}^2\text{O}^5 \cdot 2\text{SO}^3 + 6\text{H}^2\text{O}$ et en *b*) celle de la beudantite : $\text{FeAsO}^4 \cdot \text{PbSO}^4 \cdot \text{Fe}^2(\text{OH})^6$. Une petite quantité du plomb est parfois remplacée par du cuivre.

	<i>a</i>	<i>b</i>
SO ³	42,0	41,2
P ² O ⁵	10,6	»
As ² O ⁵	»	46,2
Fe ² O ³	36,0	33,8
PbO	33,3	34,2
H ² O	8,4	7,6
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Au chalumeau, les différents types sont plus ou moins fusibles en un globule scoriacé; les diverses variétés sont aussi inégalement attaquées par l'acide chlorhydrique; elles donnent les réactions de As^2O^5 ou de P^2O^5 . Il est préférable d'attaquer le minéral par fusion avec le carbonate de sodium.

Diagnostic. La forme et les propriétés optiques sont caractéristiques; les deux minéraux se distinguent l'un de l'autre par les réactions de l'arsenic ou du phosphore. Les réactions de l'acide sulfurique permettent de différencier la beudantite de la pharmacosidélite, qui est moins biréfringente et ne contient pas de plomb.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai rencontré dans la collection du Muséum, avec l'indication « fer arséniaté de Blond près Vaulry » un échantillon de quartz filonien, dont les cavités sont localement recouvertes d'un oxyde de fer manganésifère et dont plusieurs renferment quelques cristaux de beudantite, dont la forme est représentée par la figure 1; leur surface est jaune verdâtre; je n'ai pu faire sur eux que des essais qualitatifs; ils ont montré notamment que ce minéral ne renferme que de l'arsenic; par suite il s'agit bien d'une beudantite.

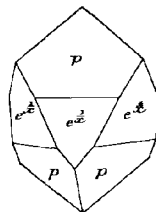


Fig. 1.

La croûte superficielle, examinée au microscope, se montre presque incolore, très biréfringente, et aussi réfringente que la beudantite; elle est uniaxe, mais optiquement positive. Elle constitue donc un minéral différent, qui reste indéterminé, faute de matière suffisante pour des essais complets.

DESTINÉZITE



Monoclinique.

Formes et facies. La destinézite forme des masses en apparence compactes, en réalité constituées par de petites lamelles microscopiques, que M. Cesàro regarde comme possédant des propriétés physiques voisines de celles du gypse; elles sont aplaties suivant $g^1(010)$ [$ph^1 = 114^\circ$; $pa^1 = 142^\circ$; $a^1h^1 = 104^\circ$].

Dureté. 3.

Densité. 2, 1.

Coloration et éclat. Blanc verdâtre. Transparente seulement en lames minces. Aspect terne.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010). n_p fait un angle de 39° avec h^1 dans l'angle obtus ph^1 et n_g 15° avec p (001). $n_g - n_p = 0,026$ à $0,030$. Les indices sont compris entre $1,66$ et $1,64$.

Composition chimique. La formule brute donnée plus haut, pouvant s'écrire : $Fe^4O[OH]^2[SO^4H]^2[PO^4]^2$, correspond à la composition *a*) ; *b*), analyse de la destinézite d'Argenteau [*Belgique*] par M. Cesàro (*Mém. Soc. géol. Belgique*, XII. 173. 1885). Ce savant a montré qu'en traitant le minéral par l'eau bouillante, on peut remplacer les deux radicaux acides $[SO^4H]$ de la formule par OH et l'on obtient ainsi la *delvauxite*.

	<i>a</i>	<i>b</i>
P ² O ⁵	16,9	16,76
SO ³	19,1	18,85
Fe ² O ³	38,2	37,60
H ² O.....	25,8	25,35
Insol.....	»	1,40
	<hr style="width: 50px; margin: 0 auto;"/> 100,0	<hr style="width: 50px; margin: 0 auto;"/> 99,96

Essais pyrognostiques et diagnostic. Par calcination, donne beaucoup d'eau et de l'acide sulfurique, en devenant rouge, opaque et terne, mais sans perdre sa forme. Au chalumeau, sur le charbon, le minéral s'émiette, puis fond en une scorie noire et colore la flamme en vert bleuâtre. Soluble dans l'acide chlorhydrique : un fragment de destinézite placé sur le papier bleu tournesol et humecté d'eau donne une réaction acide.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[*Belgique*]. — La destinézite forme des masses ou des rognons d'un blanc jaunâtre, à cassure terne, dans les schistes ampéliteux d'Argenteau. Décrite par MM. Forir et Jorissen (*Bull. Soc. géol. Belgique*. VII. 117. 1884), elle a fait l'objet du travail de M. Cesàro auquel il vient d'être fait allusion.

Bien que ce minéral ne se trouve pas en France, je le cite ici à cause de ses relations possibles avec le suivant.

DIADOCHITE

Amorphe.

Facies. La diadochite se présente en masses résineuses, parfois stalactiformes.

Dureté. 3. Très fragile.

Densité. 2,03 à 2,22. 2,10 à 2,22 (Psychagnard).

Coloration et éclat. Rouge brun, plus ou moins foncé, devenant blanche et opaque par altération. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat résineux ou vitreux.

Propriétés optiques. Isotrope. $n = 1,606$.

Composition chimique. La composition se rapproche beaucoup de celle de la destinézite, dont elle diffère cependant par une moindre teneur en eau. L'analyse de la diadochite provenant de gisements distincts montre des différences, qui tiennent peut-être à ce que ce produit, non cristallisé, n'a pas une composition rigoureusement constante.

Analyses de la diadochite *a*) de Huelgoat par Berthier (*A.M.* XIII. 669. 1838).

b) rouge de Psychagnard par M. Carnot (*B.S.M.* III. 39. 1880).

c) blanchâtre du même gisement (*id.*)

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
P ² O ⁵	17,0	16,70	17,17
As ² O ⁵	»	0,45	»
Sb ² O ³	0,5	»	»
SO ³	13,8	13,37	13,65
Fe ² O ³	38,5	36,63	36,60
CaO.....	»	0,30	0,15
MgO.....	»	tr.	tr.
H ² O.....	30,2	32,43	32,20
Mat. org..	»	tr.	tr.
	<u>100,0</u>	<u>99,88</u>	<u>99,77</u>

Essais pyrognostiques. Comme la *destinézite*. Après calcination, le minéral de Huelgoat ne se dissout plus qu'à l'ébullition dans l'acide chlorhydrique. La diadochite, projetée dans l'eau, se divise en petits fragments anguleux.

Altérations. Placée dans une atmosphère sèche, la diadochite se brise en menus fragments, puis devient opaque en perdant de l'eau. Peut-être est-ce dans un mécanisme de ce genre qu'il faut chercher la

relation pouvant exister entre ce minéral et la destinézite, qui est peut-être un produit de la cristallisation secondaire d'un minéral déposé originellement à l'état amorphe. Dans tous les cas, l'étude des gisements de diadochite décrits plus loin ne permet pas de la considérer comme un produit d'altération de la destinézite.

Diagnostic. La ressemblance avec de la gomme, la fragilité de la diadochite la rapprochent de son équivalent arséniaté, la *pillicite*, dont elle se distingue grâce aux réactions du phosphore.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La diadochite est un produit de formation tout à fait récente dans les galeries de mines; elle résulte de l'action des eaux vitrioliques sur des gangues phosphatées.

Bretagne. — *Finistère.* La mine de Huelgoat a fourni de la diadochite, en masses d'un rouge brun, transparentes ou translucides qui se déposaient jusque sur le boisage des galeries. La collection du Muséum possède un gros bloc très fendillé de ce minéral. Des parties terreuses et opaques paraissent provenir de sa décomposition.

Alpes. — *Isère.* La diadochite a été rencontré abondamment dans la mine d'anthracite de Psychagnard, près La Mure. M. Ad. Carnot en a décrit deux variétés, l'une transparente et vitreuse, analogue à celle de Huelgoat (analyse *c*), l'autre terreuse, grisâtre ou jaunâtre à aspect crayeux (analyse *d*): des types intermédiaires sont cirieux et opaques. Ces variétés passent les unes aux autres et existent souvent dans un même échantillon; les analyses données plus haut montrent qu'il y a peu de différence dans leur composition chimique.

Cette diadochite tapissait les parois d'une cavité d'environ 6 mètres sur 8, trouvée dans des travaux abandonnés depuis une centaine d'années; la température de cette cavité s'élevait à 40°C. par suite du voisinage d'anciens incendies souterrains.

NIOBATES ET TANTALATES

Tous les minéraux de ce groupe sont infusibles et généralement insolubles dans les acides, mais ils sont cependant assez attaqués par l'acide sulfurique pour fournir directement les réactions colorées de $Nb^{2}O^{5}$, $Ta^{2}O^{5}$, et éventuellement TiO^{2} ; ces réactions sont parfois troublées par la coexistence de ces divers acides et par celle d'autres corps.

	$Nb^{2}O^{5}$	$Ta^{2}O^{5}$	TiO^{2}
Naphtol α	vert gris	vert de Scheele	verdâtre, puis violet.
Naphtol β	gomme-gutte	verdâtre	café brûlé.
Brucine	jaune-serin	rose-thé	légèrement rouge.
Résorcine	jaunâtre	améthyste	coul. chair, puis brun rouge.
Morphine	0	0	carmin.

La caractéristique du groupe réside dans ce que le produit de la fusion avec le bisulfate de potassium, traité par l'eau, laisse un résidu blanc de $Nb^{2}O^{5}$ ¹ et de $Ta^{2}O^{5}$ (la dissolution de ceux-ci dans HF, additionnée d'un peu de fluorhydrate de fluorure de potassium et concentrée, donne des aiguilles de fluotantalate de potassium s'il existe du tantale, alors que la liqueur décantée précipite en orangé par la teinture de noix de galle s'il existe du niobium).

Les divers minéraux de ce groupe (columbite et tantalite exceptées) étant très analogues par leurs caractères extérieurs, et souvent dépourvus de formes géométriques, leur distinction est pénible. Afin d'éviter les répétitions, je donne ici une marche analytique conduisant par éliminations successives à l'établissement de leur composition chimique qualitative et par suite à leur détermination.

S'il existe du titane, la solution débarrassée par filtration de $Ta^{2}O^{5}$ et $Nb^{2}O^{5}$ (retenant généralement un peu de titane) se colore en jaune par addition de NaO^{2} ; TiO^{2} est alors précipité par une longue ébullition ².

La solution filtrée, additionnée d'ammoniaque, laisse déposer tous les métaux intéressants à déterminer, à l'exception du calcium, qui est décelé par l'oxalate d'ammoniaque et des alcalis; ceux-ci doivent être

1. Ce résidu, traité par le zinc en présence de l'acide sulfurique, donne une coloration d'un bleu intense, persistante, qui est caractéristique du niobium.

2. La solution sulfurique de ce précipité additionnée de NaO^{2} précipite par addition de phosphate de sodium, s'il existe ZrO^{2} .

cherchés dans un essai spécial. Ce précipité (I) est dissous dans HCl (sans excès) et additionné d'acide oxalique, qui précipite Ce, Th, Y, Zr et laisse en dissolution Zr, U, Al et Fe.

Le précipité est lavé et débarrassé de ZrO^2 par un excès d'acide oxalique ¹, puis calciné et dissous dans HCl ; sa dissolution, additionnée d'un excès de K^2SO^4 solide, précipite au bout de quelque temps Ce, Th, additionnés avec l'excès du réactif. La séparation de Ce et Th se fait dans la solution du précipité dans l'eau bouillante additionnée d'un peu de HCl. Une petite quantité de NaO^2 donne un précipité blanc gélatineux (Th) (voir aussi p. 371), alors qu'un excès du même réactif fournit un précipité orangé (Ce). La solution donne avec l'acide oxalique un précipité des terres de l'yttria.

La solution séparée du précipité (I) est alors traitée par un excès de potasse, qui précipite l'urane et le fer. (Ce précipité, additionné d'un excès de carbonate d'ammoniaque, est débarrassé de l'urane, dont la solution *jaune* précipite par l'ébullition.)

Après acidification de la liqueur par HCl, l'alumine est précipitée par le carbonate d'ammoniaque.

GRUPE DU PYROCHLORE

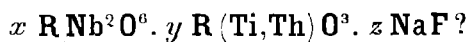
Ce groupe est constitué par des minéraux cubiques, cristallisant sous la forme d'octaèdres réguliers, et ayant une certaine tendance à s'hydrater par altération, ce qui fait baisser leur densité. Leur composition chimique n'est pas établie d'une façon définitive. Ces minéraux sont les suivants :

<i>Pyrochlore</i>	$xRNb^2O^6. yR(Ti, Th)O^3. zNaF?$
<i>Hatchéttolite</i> . . .	$2(UO^2, Ca, Fe)(Nb, Ta)^2O^6. xNaF?$
<i>Microlite</i>	$R^2(Ta, Nb)O^7. 2R(Ta, Nb)^2O^6. 3NaF?$
<i>Néotantalite</i>	Microlite ferrifère et manganésifère.

Ces minéraux ne peuvent être distingués les uns des autres que par leurs propriétés chimiques et par leur densité.

1. La solution oxalique de la zircone est évaporée à sec ; le résidu calciné est dissous dans l'acide sulfurique, puis repris par l'eau ; le phosphate de sodium précipite la zircone. La solution chlorhydrique de celle-ci colore en brun le papier de curcuma.

PYROCHLORE



Cubique.

Formes observées. Ne se trouve qu'en cristaux distincts (a^4) ou en grains arrondis.

Clivages. Clivages a^4 (111) peu faciles, ne s'observant que dans les gros cristaux. Cassure conchoïdale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4,2 à 4,36.

Coloration et éclat. Brun à noir. Poussière d'un brun clair à jaune. Translucide ; transparent seulement en lames minces, celles-ci permettent de constater que le minéral présente parfois une structure zonaire (jaune d'or et jaune brun).

Éclat vitreux, résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. Monoréfringent, très réfringent.

Composition chimique. Le pyrochlore est essentiellement un niobitanate de calcium, avec cérium, fer, fluorure de sodium, etc.; une partie du titane peut être remplacée par du thorium, une partie du niobium par du tantale : il existe parfois un peu d'uranium ; le minéral est alors radioactif.

Essais pyrognostiques et diagnostic. (Voir page 601.) Difficilement attaqué par l'acide sulfurique, avec dégagement de fluor.

Donne les réactions du calcium et du sodium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le pyrochlore est un minéral des syénites alcalines ; je l'ai rencontré dans les deux catégories suivantes de gisements.

1° Dans les syénites néphéliniques et les pegmatites.

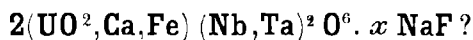
Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Le pyrochlore ne se trouve pas en cristaux macroscopiques dans les syénites néphéliniques de cet archipel, mais je l'ai rencontré en grande abondance comme élément microscopique de celles à barkéviciite de l'île de Kassa et de celles à ægyrine de l'île de Rouma ; il s'y trouve en assez grande quantité pour qu'il ait été possible de l'isoler et de vérifier ses propriétés chimiques.

Madagascar. — C'est sous la même forme que j'ai rencontré le pyrochlore dans les syénites à barkéviciété de la baie d'Ampasindava.

2° *Dans les enclaves homogènes des phonolites.*

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai rencontré le pyrochlore sous la forme d'octaèdres d'un beau jaune d'or en lames minces, dans les enclaves de syénite à sodalite, qui abondent dans la phonolite et les tufs voisins de Brocq en Menet. Il y accompagne de gros cristaux de zircon rouge.

HATCHÉTTOLITE



Cubique.

Formes observées. Cristaux octaédriques ou grains dépourvus de formes géométriques.

Dureté. 5. Très fragile. Cassure conchoïdale ou inégale.

Densité. Densité de 4,77 à 4,90, s'abaissant à 3,95 dans la variété riche en eau de Madagascar.

Coloration et éclat. Jaune brun. Translucide.

Éclat résineux très vif.

Composition chimique. La hatchéttolite est essentiellement un tantaloniobate d'uranium, calcium, cérium, etc. Il renferme généralement une quantité d'eau, qui peut devenir très considérable et qui est due à une hydratation secondaire. L'analyse suivante a été faite par M. Urbain sur l'échantillon de Madagascar décrit plus loin ; elle est restée incomplète faute de matière ; les corps y sont indiqués sous la forme qui a servi à les doser.

Nb^2O^5 (dominant) + Ta^2O^5 56,61 ; U^3O^8 14,15 ; GIO 2,37 ; Fe^2O^3 1,13 ; Mn^3O^4 (avec terres rares des groupes cériques et yttriques) 1,46 ; ThO^2 0,96 ; SiO^2 2,31 ; (Pb, Bi, Sn, Cu, dosés en bloc à l'état de sulfures) 1,52 ; (CaO + MgO) 1,64 ; perte à 300°C. 11,51 ; perte au rouge 3,81 = 97,47. Le déficit de l'analyse est sans doute dû en partie à des alcalis, qui n'ont pas été recherchés, le minéral ayant été attaqué par le bisulfate de potassium.

Radioactivité. La radioactivité du minéral de Madagascar comparée à celle de l'oxyde d'urane UO^3 pur est de 0,66.

Altérations. Par altération, s'hydrate en devenant jaune-paille et très fragile.

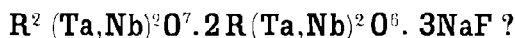
Essais pyrognostiques et altérations. Comme le pyrochlore, mais avec les réactions de l'urane très nettes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — L'hatchéttolite n'était connue que dans les pegmatites à muscovite du comté de Mitchell, dans la Caroline du Nord.

J'ai rapporté (*B.S.M.* XXXI. 246. 1908) à ce minéral un échantillon de la grosseur d'une noix, recueilli avec tourmalines polychromes dans une pegmatite du versant occidental du Mont Bity. Cet échantillon, dont l'analyse partielle est donnée plus haut, diffère essentiellement de l'hatchéttolite originale par sa pauvreté en calcium, par l'existence du glucinium et enfin par la perte très élevée au feu ; celle-ci consiste essentiellement en eau, qui abaisse considérablement la densité, mais n'a pas grande signification, car elle est incontestablement d'origine secondaire.

MICROLITE



Cubique.

Formes et facies. Se trouve en octaèdres réguliers, parfois très modifiés par des trapézoèdres, etc.

Dureté. 5,5.

Densité. 5,48 à 6,13.

Coloration et éclat. Jaune pâle à brune ; quelquefois d'un brun rouge. Poussière jaune pâle à brune. Transparente à translucide.

Éclat résineux.

Composition chimique. La microlite est de composition très variable ; elle est essentiellement constituée par un tantalate fluorifère de calcium, sodium, etc. renfermant une petite quantité de niobium, d'urane et alors *radioactif*.

Essais pyrognostiques. Comme le pyrochlore, mais avec les réactions du titane en moins et celles du tantale prédominantes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La microlite est un minéral des pegmatites, dans lesquelles elle accompagne le plus souvent d'autres minéraux fluorés et de minéraux contenant des terres ou des acides rares.

Madagascar. — J'ai attribué autrefois (*Nouv. Arch. Muséum*, 1902) au pyrochlore de petits octaèdres réguliers, jaunes d'or, très abondants comme élément microscopique des granites à ægyrine et riebeckite d'Ampasibitika, dans la baie d'Ampasindava; ils y accompagnent le zircon. J'ai pu depuis lors isoler une petite quantité du minéral et constater qu'il est dépourvu de titane; il est donc à rapporter à la microlite.

Des octaèdres brun foncé de 1 à 2 millimètres accompagnent la rhodizite et le triphane dans la pegmatite d'Antandrokomby au sud du Mont Bity (Ibity); des essais qualitatifs permettent de les considérer comme constitués par de la microlite.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Les roches à lépidolite du Coudier à Larmont en Saint-Sylvestre, ainsi que celles de la Chèze en Ambazac, etc., renferment des grains globuleux (1 à 2 mm.) d'un minéral brun ou jaune, translucide, à éclat gras, qui est un niobotantalate uranifère, riche en calcium; il y a lieu sans doute de le rattacher à la microlite. Ce minéral monoréfringent est peu abondant, très fragile; il n'a pas été possible d'en extraire une quantité suffisante pour une analyse.

NÉOTANTALITE

Cubique.

Formes observées. Petits octaèdres réguliers, à faces planes et brillantes, avec facettes de trapézoèdres.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 5,196.

Coloration et éclat. Jaune paille, les cristaux sont souvent zonés avec un centre noir; lorsqu'ils atteignent quelques millimètres, ils sont d'un brun jaune ou brunâtres. Transparente ou translucide.

Éclat résineux extrêmement vif.

Composition chimique. Ce minéral est essentiellement un tantalo-

niobate de fer, de manganèse, avec fluorures alcalins. L'analyse ci-jointe, due à M. Pisani (*in* Termier, *op. cit.*), indique une perte à très haute température fort considérable, qui n'a pas été expliquée et qui ne permet pas l'établissement d'une formule. J'ai constaté l'existence du fluor, dont la présence donne la cause d'une partie de cette perte.

Ta ² O ⁵	57,70
Nb ² O ⁵	22,00
FeO.....	4,57
MnO.....	2,85
SnO ²	0,43
(K, Na, Li) ² O..	2,50
SiO ²	1,32
Al ² O ³	1,43
CaO.....	0,13
MgO.....	tr.
Perte à 1200°..	6,30
	<hr/> 99,23

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme la microlite, mais sans les réactions du calcium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Allier.* Au cours de la description de la cassitérite, pages 221 à 231 du tome III, j'ai signalé en 1902 l'existence, dans les produits du lavage du kaolin d'Echassières, de très petits octaèdres réguliers jaunes d'un minéral souvent groupé sur les grains de cassitérite, minéral que j'ai rapporté au groupe du pyrochlore. Peu après, M. Termier, en s'appuyant sur l'analyse de M. Pisani, donnée plus haut, (*B. S. M.* XXV. 34. 1902), a proposé de considérer ce minéral comme une espèce nouvelle, à laquelle il a donné le nom de *néotantalite*, à cause de sa richesse (relative) en fer et en manganèse et des relations géométriques qu'il a cherché à établir entre sa forme cristalline et celle de la tantalite, ramenée à des paramètres pseudocubiques.

L'étude de ce minéral, que j'ai poursuivie, ne modifie pas ma première manière de voir. Toutes ses analogies sont en effet avec le groupe du pyrochlore, ainsi qu'en témoigne non seulement sa forme géométrique, ses caractères extérieurs, mais encore sa teneur élevée en alcalis et l'existence du fluor, qui seraient incompréhensibles, s'il appartenait au groupe de la tantalite : ces propriétés, au contraire, s'expliquent aisément dans mon hypothèse.

Il est vraisemblable que cette substance, qu'il paraît d'ailleurs légitime de considérer comme une espèce distincte, doit être rapprochée de la microlite; elle constitue sans doute un type non calcique, surtout ferrifère et manganésifère, du groupe du pyrochlore.

La néotantalite n'a pas été trouvée en place; elle se concentre dans les produits du lavage du kaolin, provenant de la désagrégation d'un granite à muscovite. Les octaèdres, qui la constituent, sont plus petits que les grains de cassitérite et de topaze, aussi, ai-je obtenu une concentration très grande de ce minéral en passant les produits lourds du lavage à travers un fragment de mousseline; la néotantalite se trouve parmi les produits les plus fins.

J'ai décrit tout récemment (*B. S. M.* XXXI., 1908) un échantillon provenant du gisement voisin des Colettes; il est uniquement constitué par de la topaze, de la cassitérite bacillaire et des octaèdres de néotantalite, atteignant 3 mm. de diamètre. Recueilli à la surface du sol, il doit provenir de quelque filonnet traversant le granite.

FERGUSONITE

(Y, Er, Ce)(Nb, Ta)O₄

Quadratique; parahémiédrique.

$$b : h = 1000 : 1035,42 \quad D = 707,107$$

$$[a : c = 1 : 1,4643 \text{ (Miller)}]$$

Formes et facies. La forme des cristaux de fergusonite rappelle celle des cristaux de scheelite. Dans l'unique gisement cité plus loin, elle constitue des masses sans formes géométriques.

Clivages. Traces de clivages suivant $b^{1/2}$ (111). Cassure conchoïdale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 5,8 à 5,83. La densité diminue, quand le minéral s'est hydraté (5,58 Madagascar).

Coloration et éclat. Brun noir. Poussière d'un brun pâle. Translucide, transparente et d'un brun pâle en lames minces.

Éclat terne à la surface des cristaux; éclat vitreux extrêmement brillant et un peu métallique dans la cassure.

Composition chimique. Le minéral est essentiellement un méta-

bate d'yttrium, avec erbium, cérium, uranium, etc. Il existe souvent en outre une petite quantité de tantale. Analyse d'une fergusonite de Madagascar par M. Pisani (*in op. cit.*).

Nb ² O ⁵	50,40
SnO ²	0,20
ThO ²	2,07
UO ²	6,15
(Y,Er) ² O ³	31,20
(Ce,La,Di) ² O ³ ...	6,15
CaO.....	1,40
MgO.....	0,37
FeO.....	0,59
H ² O.....	1,94
	<hr/> 100,17

Essais pyrognostiques¹ et diagnostic. Se distingue du groupe de l'euxénite par sa couleur brune ou jaune, du microlite par sa pauvreté en calcium, sa haute teneur en yttrium, sa forme géométrique et généralement par les grandes dimensions de ses individus cristallins.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La fergusonite est un minéral des pegmatites. J'en ai décrit un échantillon pesant une centaine de grammes (*B. S. M.* XXXI. 314. 1908), remis par un prospecteur, qui n'a pas voulu en indiquer le gisement précis; il se trouve entre Tamatave et Beforona.

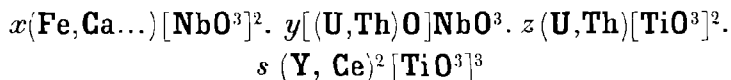
Cet échantillon, dépourvu de toute gangue, a fourni la matière de l'analyse donnée plus haut.

GROUPE DE L'EUXÉNITE

Ce groupe comprend deux familles de niobotantalotitanates, qui se distinguent essentiellement au point de vue chimique, en ce que dans l'une d'elles, une partie importante du titane est remplacée par du thorium (*æschynite*) ou par du zirconium (*polymignite*).

1. La plupart des niobotantalates constituent, avec la gadolinite et l'orthite, le groupe des minéraux *pyrognomiques*, qui, lorsqu'on les chauffe à une température suffisante, deviennent incandescents. Bien que leur forme géométrique implique en général la biréfringence, ils sont devenus isotropes par action secondaire. M. Liebisch vient de montrer (*Sitzungsber. Akad. Wissensch. Berlin*, XX. 351. 1910) que la perte d'énergie déterminée par le dégagement de chaleur et de lumière est due à la reconstitution de leur structure cristalline.

EUXÉNITE



Orthorhombique : $mm = 140^\circ$

$$b : h = 1000 : 284,74 \quad D = 939,73 \quad d = 342,06$$

$$[a : b : c = 0,364 : 1 : 0,303 \text{ (Groth)}]$$

Formes et facies. Les cristaux sont rares, allongés suivant l'axe vertical ($mg^1 h^1 a^{1/2}$), (fig. 1). Ordinairement l'euxénite s'observe en individus dépourvus de formes géométriques.

Dureté. 6,5.

Densité. 4,6 à 4,9, 4.895 (Ambolotara).

Coloration et éclat. Noire passant parfois au brun. Poussière jaune à brun rouge. Transparente seulement en lames extrêmement minces et alors brun rouge. Éclat très vif, semi-gras, semi-métallique.

Propriétés optiques. Généralement monoréfringente; dans le cas contraire, la couleur est trop foncée pour permettre des observations.

Composition chimique. En outre des éléments indiqués dans la formule, il existe parfois de l'acide tantalique, des traces de germanium, etc.

Analyse de l'euxénite d'Ambolotara par M. Pisani.

Nb ² O ⁵ . . .	33,70
TiO ²	19,10
ThO ²	1,54
UO ²	16,40
Y ² O ³	18,38
Ce ² O ³	2,44
Al ² O ³	1,30
Fe O	1,10
CaO	2,27
p. f.	4,00
	<hr/>
	100,23

Diagnostic. Sa caractéristique réside dans sa couleur noir de velours qui ne permet pas de la confondre avec la fergusonite; elle se distingue de l'aeschynite par la prédominance de l'yttrium parmi les métaux rares, et l'abondance de l'uranium, entraînant la radioactivité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'euxénite est un minéral des pegmatites.

Madagascar. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXI, 312, 1908) l'existence de l'euxénite dans les pegmatites à feldspath rouge du mont Bandahely, sur la rive droite du Maivorano, à Antranotsitra près du village d'Ambaliha (Sud-Est d'Andranosamonta). L'échantillon, que j'ai examiné, a été recueilli comme roche, sans que ce minéral ait frappé l'attention, aussi est-il possible que l'euxénite soit abondante dans ce gisement. Elle forme dans cet échantillon de pegmatite une petite masse ayant environ 1 cm. de diamètre.

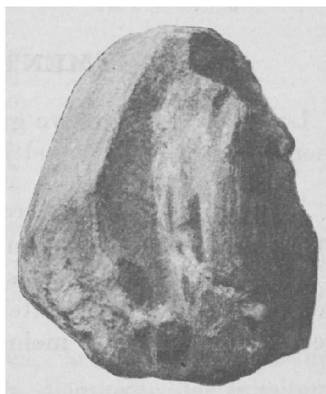


Fig. 1.
Euxénite d'Ambolotara
(Photographie grandeur naturelle).

M. Buhān vient de me communiquer des échantillons d'euxénite provenant d'une pegmatite à biotite altérée d'Ambolotara près Betafo.

Ce minéral forme des cristaux atteignant 5 centimètres suivant l'axe vertical, superficiellement altérés en une substance jaune amorphe et aussi des masses sans formes géométriques.

POLYCRASE

Orthorhombique. $mm = 141^{\circ}49'$

$$b : h = 1000 : 296,06 \quad D = 944,53 \quad d = 327,03$$

$$[a : b : c = 0,3462 : 0,3134 \text{ (Brögger)}]$$

Facies des cristaux. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, aplatis suivant g^1 (010), généralement terminés par $b^{1/2}$ (111), avec ou sans $a^{1/2}$ (201).

Dureté. 5 à 5, 6.

Densité. 4,97 à 5,04.

Coloration et éclat. Noir. Poussière gris brunâtre. Transparent en lames très minces et alors brunâtre.

Éclat vitreux à résineux très vif.

Composition chimique. Le polycrase a une composition très voisine de celle de l'euxénite ; certaines variétés sont très riches en uranium.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Ne se distingue guère qualitativement de l'euxénite que par la forme de ses cristaux très aplatis suivant g^1 (010), généralement minces et de moindre taille.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le polycrase se trouve généralement dans des pegmatites. Le gisement français dans lequel je l'ai rencontré est de nature différente.

Alpes. — *Isère.* J'ai trouvé en effet le polycrase dans le filon de quartz aurifère de la Gardette. Il y accompagne l'or natif et la galène.

Il forme de petites lames aplaties, allongées suivant c , très striées verticalement, pouvant atteindre 1 cm. de longueur sur 1 mm. 5 de largeur et une épaisseur moindre.

Yttrotantalite.

Dans sa *Description géographique, géologique, minéralogique du Tarn-et-Garonne* (1898. 627), Caraven-Cachin cite l'yttrotantalite comme existant dans les pegmatites de sa région ; cette indication n'est accompagnée d'aucune description, ni d'aucune précision de gisement, aussi n'y a-t-il pas lieu d'en tenir compte.

BLOMSTRANDITE

Formes et facies. Le minéral n'est connu qu'en masses compactes.

Dureté. 6.

Densité. 4,07 à 4,17 (Ambolotara).

Coloration et éclat. Noir brunâtre à brun verdâtre.

Éclat gras très vif.

Propriétés optiques. Très réfringent, monoréfringent.

Composition chimique. Je rapproche le minéral de Madagascar de celui de Nohl en Suède, décrit par M. Lindström (*Geol. För. Förh. Stockholm*, II. 162. 1874) sous le nom de *blomstrandite*, qu'il ne faut pas confondre avec la *blomstrandine* de M. Brögger, appartenant au groupe de l'euxénite. Voici l'analyse de M. Pisani.

Nb ² O ⁵	34,80
TiO ²	48,30
SnO ²	0,30
ThO ²	4,30
U ² O ³	26,60
Al ² O ³	2,10
Fe ² O ³	2,87
Ce ² O ³	0,60
Y ² O ³	0,90
MgO.....	0,40
Ca O.....	3,45
H ² O.....	7,60
	99,22

Radioactivité. La richesse en uranium explique la radioactivité.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Attaquable par l'acide chlorhydrique; la solution donne avec l'ammoniaque un abondant précipité jaune.

Diagnostic. La pauvreté en terres rares, la richesse en urane, l'attaquabilité par HCl constituent un bon diagnostic des minéraux du groupe de l'aeschynite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

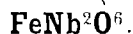
Madagascar. — Je dois ce minéral à M. Buhan; il provient des pegmatites à feldspath rose d'Ambolotara près Betafo.

Je crois pouvoir l'identifier avec la blomstrandite en me basant sur l'analyse donnée plus haut; sa couleur seule est un peu différente, brun verdâtre au lieu de noire.

GROUPE DE LA COLUMBITE

Ce groupe comprend la columbite et la tantalite. Il existe tous les passages entre le niobate de fer dépourvu de tantale et le tantalate presque exempt de niobium. Les propriétés physiques sont continues entre ces deux extrêmes; les variations des angles sont tellement faibles entre les membres de cette famille qu'il est inutile de les étudier dans deux paragraphes distincts.

COLUMBITE (NIOBITE)



Orthorhombique. $mm = 100^\circ 40'$

$b : h = 1000 : 675,689$ (Dx). $D = 769,771$ $d = 638,320$

$[a : b : c = 0,82921 : 0,87778]$

TANTALITE



Formes observées. p (001); m (110), h^1 (100), g^1 (010); e^2 (012), $e^{1/2}$ (021); $x = (b^1 b^{1/3} h^{1/2})$ (212); $u = (b^{1/2} b^{1/4} g^{1/3})$ (133); $n = (b^{1/5} b^{1/7} g^{1/3})$ (163).

Macles. 1° Macle suivant $e^{1/2}$ (021), se faisant par contact et plus rarement par entrecroisement : elle est rendue manifeste sur h^1 par les stries que porte souvent cette face. $p\bar{p} = 50^\circ 40'$; $g^1 \bar{g}^1 = 59^\circ 20'$.

2° Macle suivant $e^{3/2}$ (023) rare : $p\bar{p} = 60^\circ 40'$; $g^1 \bar{g}^1 = 119^\circ 20'$.

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux du Limousin et de Madagascar.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	100°40'	100°38'	$h^1 u$	104°51'	
$^*mh^1$	140°20'		uu s. e^1	150°18'	150°10'
mg^1	129°40'	129°30'	$g^1 n$	148°52'	
$pe^{1/2}$	119°40'	119°34'	$g^1 u$	129°37'	
$e^{1/2} e^{1/2}$	59°20'	59°10'	nn s. a^3	62°16'	
$^*e^{1/2} g^1$	150°20'		uu s. a^3	100°46'	100°44'
pu	136°35'		xx s. e^2	91° 3'	90° à 91°
uu s. g^2	86°50'	86°45'	xe^2	135°33'	
pg^2	90°		xx s. a	146°16'	
pn	119°11'		xh^3	139°18'	140° env.
$h^1 n$	99°54'	100°	$me^{1/2}$	123°41'	
$h^1 e^{1/2}$	90°		mu adj.	127°11'	127°8'
$n e^{1/2}$	170° 6'		$e^{1/2} u$ adj.	148° 4'	
nn s. $e^{1/2}$	160°12'				

Facies des cristaux. Les cristaux de columbite et de tantalite ne se distinguent pas les uns des autres; ils sont à rapporter à deux types :

Type I. Cristaux également développés suivant les axes a et b et souvent suivant l'axe c ; en tous cas, toujours peu allongés suivant ce dernier. Ils ont parfois l'aspect de cristaux quadratiques par suite de l'égal développement de h^1 et de g^1 .

Type II. Cristaux aplatis suivant h^1 et généralement un peu allongés suivant les axes c et b (fig. 1).

Type III. Cristaux allongés suivant c , avec h^3 comme forme dominante (*manganocolumbite*) (fig. 3).

L'aspect des types I et II est différent, suivant que p (001) est très développé ou bien soit absent, soit réduit. La base manque rarement; h^1 porte des stries parallèles à l'axe vertical. La pyramide u (133) est presque constante dans les types I et II.

Les cristaux de columbite ont une grande tendance à se grouper à axes parallèles; ceux du type II forment quelquefois des groupements flabelliformes ou en éventail.

Clivages. Clivages, assez net suivant h^1 (100), peu distinct suivant g^1 . Cassure conchoïde à inégale.

Dureté. 6.

Densité. La densité est la seule propriété physique qui varie d'une façon importante avec la composition chimique. Dans la niobite, presque exempte de Ta^2O^5 , elle est voisine de 5,3, dans la tantalite, presque dépourvue de Nb^2O^5 , de 7,4 ; il existe tous les intermédiaires entre ces extrêmes. Le minéral renfermant Nb^2O^5 et Ta^2O^5 en quantité pondérable à peu près égale a une densité d'environ 6,38. La columbite de la Vilate, à 13,8 % de Ta^2O^5 , a une densité de 5,7.

Coloration et éclat. Noires de fer à noir grisâtre. Poussière noire à noir rouge. Irisations superficielles fréquentes. Opaques. Translucides seulement en lames minces et alors de couleur brun rouge. Éclat presque métallique, souvent très brillant, un peu résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. Ces minéraux sont biréfringents, mais l'intensité de leur couleur ne m'a permis que de constater l'extinction symétrique dans les faces p , h^1 , g^1 .

Pléochroïsme. Très pléochroïque dans les teintes d'un brun rouge.

Composition chimique. La composition de la columbite théorique, $FeNb^2O^6$, est donnée en *a*), celle de la tantalite, $FeTa^2O^6$, en *b*). Le fer est toujours remplacé en partie par du manganèse, mais en proportion extrêmement variable. Il existe des *manganocolumbites* et des *manganotantalites* surtout ou exclusivement manganésifères. J'emploie le nom de columbite ou celui de tantalite suivant que c'est Nb^2O^5 ou Ta^2O^5 qui prédomine (en molécules).

Analyses *c*) de la *columbite* de la Vilate par M. Damour (*A. M.* XIV. 423, 1848).

d. de la *manganocolumbite* de Larmont par M. Pisani.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Nb^2O^5	82,7	»	{ 78,74 (1)	38,40
Ta^2O^5	»	86,1		43,70
FeO.....	17,3	13,9	14,50	»
MnO.....	»	»	7,17	16,60
SnO ²	»	»	»	0,10
CaO ²	»	»	»	0,10
Al ² O ³	»	»	»	0,50
P. f.....	»	»	»	0,70
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,0	<hr/> 100,41	<hr/> 100,15

1. Marignac a obtenu (*Bibl. Univ. Genève*, XXV, 23, 1865) 13,8 % de Ta^2O^5 dans un échantillon de columbite de la Vilate.

Essais pyrognostiques. Infusibles au chalumeau ; décomposées par fusion avec le bisulfate de potassium ; attaquées par l'acide fluorhydrique (Nicolardot), la tantalite est à peine attaquée par l'acide sulfurique, qui décompose facilement à chaud la columbite. Donne les réactions du fer et généralement celles du manganèse.

Diagnostic. Pratiquement, la columbite et la tantalite se distinguent aisément l'une de l'autre par leur densité et l'action de l'acide sulfurique ; la difficulté du clivage h^1 ne permet pas de les confondre avec le wolfram au clivage g^1 très facile et éclatant ; en outre, ce dernier minéral s'attaque facilement par l'eau régale en donnant une poudre jaune d'anhydride tungstique. Ces minéraux n'ont pas l'éclat gras et la cassure conchoïdale de la plupart des autres espèces de ce groupe.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La columbite et la tantalite sont des minéraux des pegmatites.

1° Dans les pegmatites.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La columbite et la tantalite ne sont pas rares dans les pegmatites de la région de Chanteloube.

La columbite a été signalée pour la première fois par M. Damour (analyse *c*) à la carrière de la Vilate, qui en a fourni de très beaux échantillons. Le plus gros des cristaux entiers, que j'ai étudiés, mesure 3 cm. 5 suivant *b*, 3 cm. suivant *c* et 0 cm. 5 suivant *a* ; j'en ai vu des fragments de beaucoup plus gros.

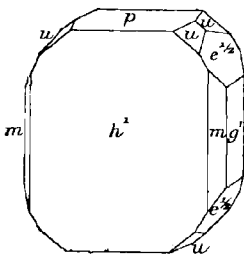


Fig. 1.
Columbite du Limousin.
forme commune.

Ces cristaux appartiennent uniformément au type II, avec très grand aplatissement suivant h^1 (100) ; en outre de cette forme, ils présentent toujours *m* (110), *p* (001), $e^{1/2}$ (021), *u* (133) (fig. 1) et ne diffèrent les uns des autres que par l'importance, plus ou moins grande, prise par la face *p*.

Ils sont engagés soit dans la muscovite, soit dans les feldspaths ; ils sont souvent réunis en grand nombre et groupés en éventail. Quelquefois ils supportent des cristaux de malacon d'un brun rouge.

Le même minéral se trouve dans d'autres localités avec des formes identiques à celles qui viennent d'être décrites, mais en cristaux moins

aplatis suivant h^1 et de plus grande taille. Grâce à l'obligeance de M. Bouhard, j'en ai examiné beaucoup de cristaux et de grosses masses cristallines, provenant des gisements suivants : Mazataud et Avent en Bessines (avec apatite, cassitérite, béryl, triplite, etc.) ; carrière du Pécout près le pont de Barost en Bessines (avec béryl) ; Chabanne en Saint-Sylvestre ($g^1 h^1 h^3 g^2 e^{1/2} p u$) (avec tantalite, triplite, apatite) ; Compreignac (La Vouzelle, Chatenet, Vénachat) (avec béryl, apatite, triplite, autunite).

Dans tous ces gisements, la composition des minéraux étudiés est variable ainsi qu'en témoigne leur densité : 5,45 ; 5,61 ; 5,67 ; 5,70 ; 6,10 ; 6,20, 6,50 ; ce sont donc des columbites de plus en plus tantalifères ou même des tantalites.

Il faut signaler aussi comme gisement intéressant la granulite à lépidolite de Chédeville en Ambazac et de Larmont en Saint-Sylvestre : les bords des veines ou filons de cette roche sont pegmatoïdes et très feldspathiques ; c'est dans leur albite que se concentre une *manganocolumbite* très tantalifère, dépourvue de fer, mais on la trouve aussi dans les parties riches en lépidolite. J'ai examiné un gros cristal provenant de Larmont (5 cm. \times 4 cm.) de densité de 5,92 ; il est représenté par la figure 2 et offre une forme assez singulière, qui peut s'expliquer par sa composition (analyse d) ne correspondant à aucun type connu ; le prisme unique est h^3 (210), terminé par la pyramide nouvelle x (212), qu'accompagne e^2 (012) ; ce cristal n'a pu être mesuré qu'au goniomètre d'application.

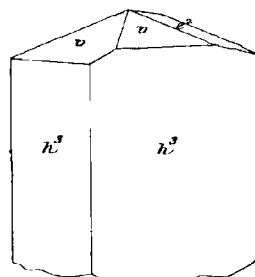


Fig. 2.
Manganocolumbite tantalifère
de Larmont.

Tarn. M. Arsандаux a rencontré (*B. S. M.* XXIV. 429. 1901) de petits cristaux de columbite, associés à de gros prismes de béryl translucide dans une pegmatite à tourmaline noire du Clap, près Castelnau de Brassac ; ils ont la forme du type de la Vilate.

Saône-et-Loire. La columbite a été rencontrée en petite quantité à Charmasse en Marmagne, à Mesvre (dans quartz et almandin), à Runchy et à Cuzy près Luzy. Les cristaux, atteignant 1 cm. 5 de plus grande dimension, sont du même type que ceux de la Vilate.

Madagascar. — M. Stuer m'a communiqué des échantillons de columbite provenant de l'Ankaratra ; parmi eux, se trouve un cristal

mesurant 6 cm. \times 4 \times 3, dont la figure 3 représente l'aspect un peu schématisé, une partie des faces de chaque forme étant imparfaitement développée : h^1 , m , g^2 , $e^{1/2}$, u (133), n (163).

Guyane. — J'ai trouvé des cristaux (2 mm.) aplatis de columbite, associés à la monazite dans des sables de l'ancien contesté franco-brésilien.

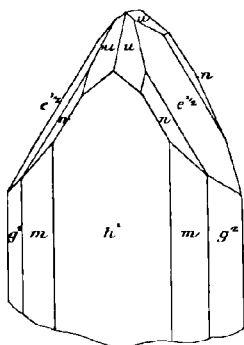


Fig. 3.
Columbite de Madagascar.

2° Dans les alluvions.

Les alluvions renfermant des débris des roches précédentes contiennent souvent des fragments de columbite et de tantalite (Moulin de Bourdaleine près Ambazac en particulier), se concentrant avec la cassitérite dans les portions lourdes.

Gisement incertain.

Phipson (*C. R.* LXV. 419. 1867) en traitant par l'eau régale un wolfram d'Auvergne, puis en dissolvant par l'ammoniaque l'anhydride tungstique a trouvé un résidu de columbite. Je ne sais de quel wolfram il s'agit.

SKOGBÖLITE

Le nom de skogbölite a été donné par A. E. Nordenskiöld à un minéral ayant la même formule chimique que la tantalite, mais ne contenant presque pas de manganèse et cristallisant dans le système orthorhombique, mais avec une forme différente ($a : b : c = 0,81696 : 1 : 0,65106$). La densité est très grande 7,8 à 8. Ce minéral, d'un noir de fer, est dépourvu de clivage. Il a été trouvé en Finlande.

En raison de sa composition chimique [Ta^2O^5 (avec traces de Nb^2O^5) 82,90; FeO 14,62; MnO tr.; SnO^2 1,2; SiO^2 0,42 = 99,23] et de sa forte densité 7,64 à 7,66, il me semble vraisemblable qu'il faut rapporter à cette espèce le minéral décrit par M. Damour (*A. M.* XIII. 337. 1848) sous le nom de tantalite de la Vilate (*Haute-Vienne*). Il forme de petites masses noires, dépourvues de faces dans une aphte à albite, dépourvue de mica ou ne renfermant qu'une petite quantité de muscovite.

COMPOSÉS ORGANIQUES

HYDROCARBURES

GROUPE DES HYDROCARBURES CRISTALLISÉS

HATCHÉTTITE

(NAPHTINE)

Orthorhombique?

Formes et facies. Constitue des masses ou des lames enchevêtrées, ressemblant à une cire très molle. Plastique.

Densité. 0,91 à 0,98.

Coloration et éclat. Blanche, jaune, vert sale. Translucide, devenant opaque par exposition à l'air.

Éclat un peu nacré.

Propriétés optiques. La hatchéttite forme de petites lamelles biréfringentes enchevêtrées, qui, sous l'influence d'une pression exercée sur le couvre-objet, s'orientent parallèlement à leur base. Elles sont alors presque monoréfringentes en lumière polarisée parallèle et montrent en lumière convergente une croix noire à peine disloquée, avec signe optique *positif* (n_g).

La hatchéttite fondue cristallise par refroidissement sur une lamelle de verre en prenant une structure maillée à tendance rectangulaire : les pseudo-fibres de ce réseau ont un allongement négatif ; elles limitent des plages à peine biréfringentes, qui sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë *positive* (n_g), avec écartement des axes optiques variable, mais petit. Ces propriétés sont celles de la paraffine et de l'ozocérite. Les indices suivants ont été mesurés par M. Gaubert (Na).

	n_g	n_p	$n_g - n_p$
Ozocérite	1,54	1,51	0,03
Paraffine	1,52	1,49	0,03
Hatchéttite	1,50	1,47	0,02

Composition chimique. La composition chimique centésimale paraît varier avec les gisements ; mais la hatchéttite est toujours constituée par un ou plusieurs carbures saturés forméniques ($C^n H^{2n+2}$) très condensés : elle est comparable aux paraffines extraites des pétroles d'Amérique. L'ozocérite paraît en être une variété impure ou plus complexe.

Essais pyrognostiques. Fond entre + 46° et 51° C. Soluble dans l'éther, la benzine, le xylol, l'essence de térébenthine. Brûle facilement sans résidu.

Diagnostic. Les propriétés optiques permettent de distinguer la hatchéttite de la scheerérite, qui recristallise aussi après fusion, mais en palmes à allongement de signe variable ; en outre, quand cette dernière a été fondue sous un couvre-objet, elle reste longtemps à l'état de surfusion.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hatchéttite se rencontre dans des cavités closes de roches sédimentaires ; elle y existe en solution dans des carbures très volatils, qui disparaissent au contact de l'air en la laissant cristalliser ; elle tapisse parfois les fentes de roches, d'où suintent certains pétroles.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Desvaux a découvert (*B.S.G.* VI. 139. 1834-35) dans les cavités du calcaire dévonien de Beaulieu, une substance qu'il a appelée la *naphtine*, à cause de son odeur (Des Cloizeaux a écrit *naphtéine*) ; elle a été trouvée aussi dans les mêmes conditions au Pont-Barré.

A l'état frais, ce minéral est jaune verdâtre et transparent, mais, par exposition à la lumière, il devient opaque et roux. Il a la consistance du beurre, flotte sur l'eau et fond à 51° C. ; il est soluble à chaud dans l'essence de térébenthine, l'alcool et l'éther. Toutes ces propriétés sont celles de la hatchéttite, aussi ne me semble-t-il pas opportun de conserver ce nom de *naphtine*.

D'après les renseignements que j'ai pu obtenir d'un vieux carrier de cette région, cette matière n'était rencontrée que rarement lors de l'exploitation des calcaires précités. Elle ne se trouvait qu'exceptionnellement en masses de la dimension d'une noisette ; le plus souvent celles-ci n'avaient que la grosseur d'un pois ou d'un grain de blé. Au soleil, la matière fondait, en laissant une trace semblable à une tache d'huile. *Cet onguent de pierre*, comme l'appelaient les carriers, était recherché par ces derniers, qui s'en servaient pour panser les coupures et les meurtrissures et lui attribuaient naturellement des propriétés merveilleuses.

[**Belgique**]. — Il est intéressant de signaler l'existence d'un minéral analogue dans le calcaire des formations carbonifères belges. [Malaise (*Man. Minér.*, 1893. 165)] : Baldas-Lalore près Choquier (avec calcite et quartz, dans rognons de sidérite) ; Flémalle-Grande, Seraing (dans des grès), etc.

Alpes. — *Isère.* C'est aussi à la hatchéttite qu'il faut rapporter la substance visqueuse, brune, verdâtre ou jaune de miel que Gras a signalée en 1834, en même temps qu'un pétrole très volatil (voir page 629), dans des cavités du calcaire bitumineux de la Porte-de-France près Grenoble. M. Kilian m'a communiqué en effet des échantillons provenant de Comboire (Seyssins), qui paraissent analogues et qui sont constitués par une paraffine jaune, translucide, possédant les propriétés exposées plus haut.

Je dois en outre à MM. Duboin et Ch. Maignien des septarias, creusés de géodes provenant des marnes oxfordiennes de Baconnet en Monestier-de-Clermont, dans lesquelles se trouve une substance analogue. Ces septarias sont semblables à ceux de Meylan (T. III, p. 113) et, comme eux, renferment de jolis cristaux de quartz, de calcite, de dolomite, etc. Quand on les brise, il s'écoule de leur cavité un pétrole très fluide et l'on voit apparaître la hatchéttite mi-fluide, d'un jaune verdâtre, très fluorescente; elle épaisse à l'air en s'étalant par suite de la disparition progressive et rapide des produits les plus volatils.

GROUPE DES HYDROCARBURES NON CRISTALLISÉS, PÉTROLES, PISSASPHALTES ET ASPHALTES

Ces produits, auxquels il serait naturel de joindre les gaz hydrocarbonés naturels, ne sont pas des espèces minéralogiques définies, mais des mélanges complexes d'hydrocarbures non cristallisés, dont la composition est fort différente suivant les régions considérées, mais généralement assez constante dans chacune de celles-ci.

Il existe une continuité complète entre les types très fluides et d'autres solides. Les types coulants, depuis ceux qui sont très fluides, jusqu'à ceux qui sont très pâteux, constituent les *pétroles*; je réserve le nom de *pissasphalte* (synonyme de *malthé*) aux variétés pâteuses, au toucher poisseux, alors que celui d'*asphalte* est donné aux types solides à la température moyenne des laboratoires.

Ces différences de consistance peuvent être d'origine primaire; pour les types liquides, être dues à la nature plus ou moins saturée des carbures constituants, mais ils sont aussi (surtout dans les types peu ou pas fluides) dus à des circonstances secondaires, à la disparition progressive des huiles les plus volatiles, puis à une oxydation plus ou

moins avancée, se manifestant d'abord par une perte d'hydrogène, puis par une fixation d'oxygène. Ces considérations conduisent à ne pas séparer l'étude des gisements de ces divers produits.

Formes et facies. Les *pétroles* sont donc des liquides plus ou moins fluides. Leur odeur est désagréable et caractéristique ; leur couleur varie du jaune pâle au jaune plus ou moins foncé, au brun ou au noir : le brun verdâtre est le plus commun. Ils possèdent souvent une fluorescence verte ou bleuâtre.

La densité varie de 0,6 à 0,9. Leur coefficient de dilatation est relativement grand ($K = 0,0008$), propriété importante à connaître pour le transport des pétroles bruts.

Les *pissasphaltes* sont noirs, poisseux ; une légère élévation de température suffit à les faire s'étaler ; ils passent progressivement d'une part au pétrole, de l'autre aux asphaltes.

Les *asphaltes* sont amorphes ; ils possèdent l'aspect d'une poix noire ou d'un brun noir. Ils fondent entre 90° et 100° C. ; leur odeur est bitumineuse. La densité varie de 1 à 1,8, elle peut être supérieure, quand l'asphalte englobe des matériaux étrangers.

Composition chimique. Les *pétroles* peuvent être rapportés à trois types caractérisés par la nature de leurs carbures prédominants ; ils sont respectivement représentés par les pétroles de Pensylvanie, du Caucase et de Galicie. Dans un même district et d'un puits à un autre, les proportions relatives des divers carbures varient souvent dans une assez large mesure.

1° Pétroles essentiellement caractérisés par des *carbures saturés forméniques* (C^nH^{2n+2}), homologues supérieurs du méthane (CH^4) (pétrole de Pensylvanie). Il existe en outre une faible proportion de carbures aromatiques (C^nH^{2n-6}), dérivés de la benzine, ainsi que des composés oxygénés ou sulfurés. Ces pétroles, exploités en Pensylvanie, sont accompagnés de gaz combustibles : méthane (CH^4) et ses homologues immédiats supérieurs (C^2H^6 , C^3H^8 , C^3H^{10} , etc.)

Par distillation de ces pétroles bruts, on obtient 1° : des gaz difficilement condensables (C^3H^8 , C^4H^{10} , etc.) ; 2° des *éthers de pétrole* (C^5H^{12} , etc.), bouillant entre 45° et 70° C. ; 3° des huiles légères ou *essences de pétrole* (C^6H^{14} à C^8H^{18}), bouillant entre 70° et 120° C., des *huiles lampantes* (huiles de pétrole du commerce) (depuis C^6H^{12} , jusqu'à $C^{16}H^{34}$), bouillant entre 150° et 280° C. ; 5° des *huiles lourdes*, bouillant jusqu'à 400° C. ; 6° des *paraffines* cristallisables ($C^{44}H^{90}$ à $C^{35}H^{72}$) et

enfin 7° des *goudrons*. La *vaseline* et l'huile de vaseline résultent du traitement approprié des portions renfermant encore des huiles lourdes.

2° Pétroles essentiellement constitués (80 à 90 %) par des *carbures cycliques saturés* [*carbures cycloforméniques*, paraffènes, naphènes (C^nH^{2n})] qui, à égale volatilité, ont une densité supérieure à celle des carbures forméniques. Les pétroles de Bakou, qui appartiennent à ce type, contiennent en outre une petite quantité de carbures aromatiques [benzine C^6H^6 , et ses homologues jusqu'au cymène ($C^{10}H^{14}$)], ainsi qu'un peu de carbures (C^nH^{2n-8}).

Ces pétroles ne commencent à distiller qu'à partir de 150°C. ; leurs gaz combustibles sont constitués par un mélange de CH^4 et de C^2H^4 , accompagnés de CO^2 .

3° Pétroles caractérisés par le mélange des deux types précédents ; ils contiennent généralement des proportions très notables, mais variables de carbures aromatiques. Les pétroles de Galicie et d'Alsace sont à rapporter à ce type intermédiaire.

Les *asphaltes* sont très variables de composition et d'ailleurs assez incomplètement étudiés. D'après Dana, on peut y rencontrer : 1° peu ou pas d'huiles, volatiles à 100°C. ; 2° des huiles se vaporisant entre 100 et 250°C. et pouvant former jusqu'à 85 % de la masse ; 3° une résine soluble dans l'alcool ; 4° un bitume noir soluble dans l'éther, insoluble dans l'alcool, pouvant constituer de 15 à 85 % ; 5° un autre bitume, insoluble à la fois dans l'alcool et dans l'éther, et 6° des substances azotées, qui expliquent la teneur de 1 à 2 % d'azote, mise parfois en évidence par les analyses. Les variations de composition tiennent à la fois à l'origine des pétroles transformés et à l'intensité de cette transformation. (Voir page 633, note 2.)

Quant aux *pissasphaltes*, ils ont une composition intermédiaire entre celle des pétroles et celle des asphaltes.

Voici deux analyses dues à Ebelmen (*A.M.XV. 536. 1839*), déduction faite des cendres, dues à des impuretés mélangées mécaniquement.

Pissasphalte : *a*) de Bastennes (*Landes*).

Asphalte : *b*) de Pont-du-Château (*Puy-de-Dôme*).

	<i>a</i>	<i>b</i>
C.	85,74	77,52
H.	9,38	9,38
O.	2,88	10,53
Az.	1,80	2,37
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

	<i>a</i>	<i>b</i>
Coke . . .	15,2	6,3
Densité.	1,131	1,068

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Une classification rationnelle des gisements d'hydrocarbures devrait être basée sur leur origine. Ce n'est pas ici le lieu de discuter les deux groupes de théories auxquelles ces questions ont donné lieu : origine profonde, éruptive, et origine organique (animale), théories dont aucune ne peut s'appliquer à l'universalité des gisements, mais dont chacune paraît pouvoir expliquer l'origine de certains gisements particuliers. Je me contenterai donc d'une classification de faits et considérerai successivement les pétroles, etc.

- 1° Dans les sources thermales ;
- 2° dans les fissures ou les nodules de roches sédimentaires ;
- 3° dans les gîtes d'imprégnation de roches sédimentaires ;
- 4° dans les récifs coralliens ;
- 5° dans les filons métallifères ;
- 6° dans les inclusions du quartz.

1° *Dans les sources thermales.*

Quelques sources thermales amènent de la profondeur des pétroles, qui s'oxydent une fois arrivés à la surface et parfois imprègnent les roches voisines. L'origine éruptive de la plupart de ces hydrocarbures ne paraît guère douteuse. Peut-être faudrait-il rattacher à cette catégorie un certain nombre des gisements d'imprégnation, qui seront décrits plus loin.

Corbières. — *Hérault.* Tout près de Gabian, se trouvait jadis une source fournissant un pétrole cité dans tous les Traités de Minéralogie, mais qui ne se voit plus que dans les vieilles collections. Découverte en 1608, cette source a fait l'objet de deux notes de Rivière dans les *Mémoires de l'Académie de Montpellier* (24 mars 1707 et 2 avril 1716). Jusqu'en 1716, c'est-à-dire pendant plus de quatre-vingts ans, la source a fourni annuellement 36 quintaux de pétrole puis, presque brusquement, ce rendement diminua des deux tiers. En 1714, il n'était plus que de 4 quintaux ; en 1715, la source tarit pendant deux mois.

D'après les renseignements que m'a fournis M. Delage, ce gisement est aujourd'hui perdu.

L'huile de Gabian est brune, très épaisse. M. II. Sainte-Claire Deville en a donné l'analyse suivante (C 86,1 ; H 12,7 ; O 1,2). La densité est de 0,894 à 0° et 0,831 à 5°C. ; 0,50 % seulement se volatilise à + 280°C. Narcy a étudié (*Dinglers polyt. Journ.* CCLXIX. 240. 1888) un échantillon de densité 0,882, bouillant à 280°C. et presque uniquement constitué par une huile lubrifiante.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les pépérites de la Limagne renferment de nombreux gisements de carbures, qui paraissent être en relation avec les phénomènes volcaniques.

Le Puy de la Poix (ou de la Pège) (à 5 km. de Clermont) et le Puy de Croüel, son voisin, semblent être les derniers témoins de phénomènes, qui se sont développés antérieurement dans la région avec une ampleur plus grande. Le Puy de la Poix est une butte pépéritique, au sommet de laquelle sourdait jadis une source chlorurée sodique (71 gr. de résidu par litre, contenant 37 gr. de chlore), riche en hydrogène sulfuré, amenant un bitume très pâteux, qui se déversait en s'épaississant sur ses flancs. Des travaux malencontreux ont dévasté ce gisement sans tarir toutefois la source, qui coule encore dans l'excavation de la carrière. Le pissasphalte et l'asphalte y accompagnent des globules de calcédonite, des cristaux de quartz, d'ankérite. Ce gisement a été décrit dès 1759 par Guettard (*Mém. Acad. Sc.* 552).

Les sources du Tambour amènent aussi un peu de bitume et c'est par un mécanisme analogue que se sont certainement produites dans les calcaires des bords de l'Allier (au pied du Puy Corent) des veinules de pyrite, dont le centre est rempli par un mélange d'asphalte et de barytine, minéraux qui forment aussi des filonnets indépendants, se rencontrant jusque dans l'arkose, au voisinage du calcaire.

Au sommet du Puy de Gandaillat, les pépérites renferment des lambeaux d'arkoses, imprégnés d'asphalte. Les hélix d'un calcaire situé sur un plateau au-dessus de Cournon sont souvent vernissés d'asphalte, qui remplit aussi les tubes de phryganes d'un calcaire voisin. Au Puy de Cornonet, de petites bulles, quelquefois creuses, de la même substance, suintent des pépérites.

À l'ouest de Cournon, dans un monticule pépéritique, Lecoq a signalé (*Ep. géol. Auvergne*, IV. 79. 1867) l'existence d'un amas d'as-

phalte (il l'appelle rétinasphalte), mesurant 0 m. 60 \times 0 m. 35; le minéral est brunâtre et fendillé au voisinage de l'air.

Je dois à M. Paul Gautier un échantillon recueilli dans une veinule d'asphalte traversant le granite de Chamalières (au-dessous de Prudelles), dans la tranchée du chemin de fer de Clermont à Bordeaux.

Tous ces gisements n'ont qu'un intérêt minéralogique, mais il en existe, dans cette même région, un certain nombre d'autres assez importants pour avoir fait l'objet de concessions, qui ont été ou qui sont exploitées et dans lesquelles l'asphalte imprègne soit des pépérites (Malintrat), soit des calcaires à *Helix Ramondi* (Les Roys; dans ce gisement, les Hélix à test conservé sont parfois remplis d'asphalte); soit à la fois des calcaires à Hélix et des arkoses (Lussat, l'Escourchade). A la Bourrière, l'asphalte forme des nodules dans des argiles; à Malintrat, il présente une allure filonienne, avec blocs imprégnés de pépérites; du pétrole épais et du pissaspalte suintent dans les galeries. De même que le Puy de la Poix, plusieurs de ces gisements (Pont-du-Château, Lussat, etc.) renferment de la calcédoine, de la lussatite, etc.

L'asphalte de Pont-du-Château se dissout en partie dans l'éther et presque complètement dans l'essence de térébenthine. Chauffé rapidement, il décrépité par suite de la présence de l'eau qu'il englobe.

Il y a quelques années, de nombreux sondages ont été faits dans la Limagne pour y chercher le pétrole; ils ont fourni des gaz combustibles accompagnés de CO² et d'une eau très chlorurée et magnésienne, ainsi que des carbures plus ou moins visqueux. Au sondage de Macholles, près de Riom, qui a atteint 1164 m., la salure de l'eau était particulièrement forte et le pétrole assez liquide.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées et Landes.* Les sources thermales de Bastennes (*Landes*), de Saint-Boès (*Basses-Pyrénées*) amènent une petite quantité de bitume, qui, dans le dernier de ces gisements, recouvre parfois des géodes de cristaux de soufre, de célestite.

Congo. — La région côtière du Gabon, aussi bien que celle de la province d'Angola dans le Congo portugais, renferme de petits puits indigènes, où suinte un bitume très épais, noir ou brunâtre, dont les indigènes enduisent leurs pirogues.

M. Barrat a signalé (*A.M.* VI. 436. 1895) quelques gisements de ce genre dans le Bas-Ogooué et dans le Ngounié; il faut citer notamment

une source intermittente dans la région du Fernand-Vaz et au bord du lac Isania, à six heures de N'kogo (sur la rive gauche de l'Ogooué en amont de Lambaréné). Je dois à M. L. Fourneau et à M. Arsandaux des échantillons d'un pétrole très épais et de pissasphalte, qu'ils ont recueillis dans ce dernier gisement; la source qui amène au jour ces hydrocarbures sort de schistes feldspathiques.

Madagascar. — Des sources bitumineuses ont été signalées par M. E. Gautier dans les grès triasiques d'Ambohitralika au S.-E. du mont Tsimitaratra; des gisements analogues paraissent exister plus au nord jusqu'à la hauteur du Cap Saint-André sur la rivière Sambao; au voisinage du massif d'Ambohitrosy.

Nouvelle-Calédonie. — Au pied du massif serpentineux du piton de Pandop, près de Koumac, on a découvert, il y a quelques années, de petites fissures, d'où suinte de l'eau chargée de pétrole; celui-ci est d'un jaune brun et d'une odeur forte; sa densité est de 0,93. Il ne fournit qu'une très petite quantité d'huile lampante; distillé à 400° C., il donne 80 % d'huile lourde de densité 0,928 (Glasser. *A. M. V.* 551. 1904).

Côte d'Ivoire. — D'après E. Reclus (*Géographie*, XII. 407), il existerait une source abondante de bitume sur les bords de la lagune Aby, au N. d'Assinie.

M. de Launay signale (*Richesses minér. Afrique*, 1903. 278) l'existence de gisements de pétrole sur les bords de la Tanoé, qui sert de frontière avec la Gold Coast, sans indiquer si ce gisement se trouve sur le territoire français ou anglais. Il en existe sur ce dernier, dans la région d'Apollonia, près de la côte.

2° Dans les fentes ou les nodules des roches sédimentaires.

Je réunis sous cette rubrique quelques gisements, sans intérêt économique, dans lesquels du pétrole ou du pissasphalte suintent dans les fentes de roches sédimentaires, puis se consolident sous forme d'asphalte; il est probable que le nombre de ces gisements pourrait être beaucoup augmenté.

J'y joins quelques gisements, dans lesquels un pétrole très fluide a été trouvé dans des nodules creux (septarias).

Carbonifère et permien.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Quelques enduits de pissasphalte ont été trouvés à Montchanin dans les fentes du houiller, à Margenne dans celles du *boghead* permien. Je dois à M. Berthier un échantillon d'asphalte englobant de gros rhomboèdres de calcite, recueilli à Millery dans les fentes des schistes d'Autun. Le même savant m'a signalé l'existence d'asphalte dans les cavités de bois silicifiés du permien et de l'Autunois.

Vosges. — *Vosges.* Des enduits d'asphalte se rencontrent parfois à la surface des cristaux de calcite des mines de Ronchamp.

[**Belgique.**] — Dans le charbonnage de Fontaine-l'Évêque (Hainaut), on a trouvé des rognons de sidérite très durs, creux, et craquelés à l'intérieur, dont la cavité, tapissée de cristaux de calcite, de quartz et de pyrite, était remplie de pétrole (Malaise, *Manuel Min.* 1883. 470).

Trias.

[**Alsace.**] — Daubrée a signalé (*Descr. géol. Bas-Rhin*, 1852) des enduits de pissasphalte et d'asphalte dans les fentes du muschelkalk de Rothbach, Weiterswyler, Rauschenburg. A Molsheim, les hydrocarbures se trouvent dans des géodes de calcite; et en 1847, une fouille, faite dans un calcaire de cette localité, y a fait découvrir des suintements importants de pissasphalte.

Jurassique.

Cévennes. — *Gard.* M. Melvil-Roux a signalé (*Bull. Soc. sc. nat. Nîmes*, 1881. 47) du pétrole à l'intérieur de nodules de 15 à 25 cm. de diamètre, rencontrés dans les marnes bitumineuses du lias moyen, entaillées par la tranchée de chemin de fer de Malhiver près Anduze.

Ardèche. Au toit et au mur des couches d'hématite de Privas, on a constaté jadis des suintements d'un pétrole épais, assez abondant pour que les ouvriers aient pu l'utiliser pour éclairer leurs lampes.

Alpes. — *Isère.* On a vu plus haut que les septarias de Baconnet près Monestier-de-Clermont ont parfois leurs cavités remplies par du pétrole qu'accompagne l'hatchéttite. D'après les renseignements que m'a donnés M. Duboin, ce pétrole est très volatil, incolore

et existe parfois en quantité considérable dans les géodes. Il n'a pas été étudié au point de vue chimique ; mais l'abondance de l'hatchéttite permet de penser qu'il est surtout constitué par des carbures saturés.

Des dégagements de gaz combustibles sont connus dans cette même région à la Fontaine Ardente : ils sortent de schistes calloviens à *Posidonomya alpina* ; d'après une analyse de Raoult, ils renferment : CH⁴ 98,81 ; CO² 0,58 ; Az 0,48 ; O 0,10.

Gras a signalé (*Bull. Soc. Statist. Isère*, 29 novembre 1838) l'existence dans les calcaires portlandiens de la Porte-de-France, près Grenoble, de lits bitumineux, dans lesquels se trouvent des cavités de la grosseur d'une amande ou d'une noix, dont les parois sont couvertes de cristaux de calcite ; parfois elles sont remplies par un pétrole incolore très volatil, laissant un résidu cristallin, dont il est question plus haut à l'article hatchéttite. Ces calcaires sont parcourus de petites veinules d'asphalte.

Le même pétrole a été rencontré dans les calcaires à ciment herriasiens, qui surmontent les précédents à la carrière de Comboire (Seysins) ; il laissait aussi déposer de la hatchéttite.

Crétacé et éocène.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Des veinules d'asphalte se rencontrent dans les fentes du calcaire blanc de Bidache, du calcaire noir de Costetarbe en Orthez, de Cassaber.

Cévennes. — *Gard.* Un pissasphalte (poix d'Auzon) s'écoule des fentes des assises néocomiennes du Mas-du-Chat près Auzon (Em. Dumas. *Stat. géol. Gard*. II. 721. 1877).

Algérie. — *Constantine.* Des suintements de pissasphalte ont été constatés dans les fissures des calcaires crétacés de Clairfontaine, ainsi qu'à Ferdjïouah, près Mila, dans l'éocène. Une veine de bitume compact a été rencontrée dans le calcaire sénonien de Fedjnzala, dans la même région. L'asphalte est connu encore à Chebka des Sellaoua (43 km. S. S. O. de Guelma), dans le cénomanien, au Djebel-el-Mouïada, à 8 km. O. de Sédrata, dans l'éocène. Au Djebel-Guelb (56 km. N. O. de Tébessa), le pétrole suinte dans les fissures d'un calcaire cénomanien (de Launay, *Richesses min. Afrique*, 1903. 277).

Oligocène.

Vaucluse. Des suintements de pétrole ont été observés sur des cristaux de soufre du calcaire de la mine des Tapets.

3° *Dans les gisements d'imprégnation.*

Ce sont les gisements de cette catégorie qui, en France et dans les régions voisines, ont le plus d'intérêt économique. Ils se trouvent uniquement dans des formations sédimentaires et présentent des caractères différents, suivant que les roches imprégnées sont des calcaires ou des sables.

Calcaires asphaltiques.

Les calcaires étant d'ordinaire d'une porosité limitée, les zones imprégnées y sont généralement localisées.

Dans l'industrie, on donne le nom d'*asphalte* aux calcaires imprégnés de matière bitumineuse. Il est plus correct, au point de vue minéralogique, de les appeler *calcaires asphaltiques*. Ce sont des roches d'un brun-chocolat, plus tendres pendant l'été que pendant l'hiver, s'écrasant facilement, quand on les porte à une température de 50 à 60°C., tombant en poussière par exposition au soleil; cette poussière, chauffée vers 70 à 90° C., s'agglomère par pression.

L'examen microscopique montre que les hydrocarbures se sont insinués dans toutes les fissures des petits cristaux de calcite qu'ils enrobent.

Jurassique et crétacé.

Jura. — [*Suisse*] et *Doubs*. Une série de gisements très analogues s'observent dans la partie orientale de la chaîne du Jura. Un premier groupe se trouve sur le territoire suisse, au S.-O. de Neuchâtel, au Val de Travers dans les calcaires urgoniens (Bois de Croix; Grand-Champ; La Preste; Saint-Aubin; Auvergnier) ainsi que dans l'aptien glauconieux (Couvét). Dans l'urgonien, il existe aussi parfois (Bevaix) des poches de pissasphalte très visqueux (Jaccard. *Le pétrole, l'asphalte et le bitume*, 1895, 112).

Le même auteur signale aussi des suintements de pissasphalte, non loin de la frontière française, dans les fentes du calcaire bathonien des Epoisats, sur la route de Vallorbes à la vallée de Joux et (*Doubs*)

dans celles du calcaire ptérocérien des Pargots près des Brenets.

Ain. Les calcaires kiméridgiens ou urgoniens, qui supportent la molasse asphaltique de la vallée de la Valserine au nord de Bellegarde (à Chézery notamment) sont parfois assez imprégnés eux-mêmes pour avoir fait l'objet d'exploitations.

De petites poches de pétrole épais ou de pissasphalte se rencontrent dans les calcaires urgoniens d'Allemogne en Thoiry et de Bellegarde (sur la brèche de la Perte du Rhône); le test des fossiles y est parfois rempli par de l'asphalte.

Mais c'est surtout dans la concession de Seyssel, s'étendant le long du Rhône, de Bellegarde à Seyssel, qu'abondent les gisements d'asphalte, qui ont été exploités sur les deux rives du fleuve, à Pyrimont. Le gisement exploité sur la rive gauche porte le nom de Challonges (Volant-Perrette); on y trouve, au milieu de calcaires asphaltiques, d'un brun-chocolat, des rognons blancs de calcaire, ayant résisté à l'imprégnation. La molasse qui recouvre l'urgonien de cette région est aussi localement imprégnée de bitume.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Il existe dans ce département, sur le prolongement Sud-Est des gisements précédents, quelques points qui ont été exploités dans le même but. C'est ainsi qu'aux environs de Mussiège et de Frangy s'observe un calcaire bréchiforme, imprégné d'asphalte (sentier de Malpas à Mussiège; Pont des Donates). A Lovagny, dans les gorges du Fier, le pissasphalte suinte sur les parois d'une galerie abandonnée et vient se solidifier sur le sol, dont il cimente les débris.

Eocène.

Cévennes. — *Gard.* Les calcaires éocènes de Servas, aux environs des Fumades, et de Saint-Jean-de-Marvéjols, du Mas-Chabert sont imprégnés par de l'asphalte. A Saint-Jean-de-Marvéjols, les zones bitumineuses sont parallèles à la stratification. Ces gisements sont concédés.

Aquitainien.

[**Alsace**]. — Les exploitations de Lobsann sont faites sur des calcaires asphaltiques, situés à 3 km. au Sud sur le prolongement des sables pétrolifères de Pechelbronn (voir p. 633); ils renferment jusqu'à 18 % d'asphalte.

Sables asphaltiques.

Grâce à leur porosité plus grande, les sables sont imprégnés par les hydrocarbures d'une façon beaucoup moins locale que les calcaires. Les hydrocarbures s'y sont parfois répandus sur une grande surface et y sont régulièrement distribués.

Carbonifère et permien.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* En 1904, l'exécution à Blanzay d'un travers-banc, à 400 m. de la surface (puits Sainte-Eugénie), pour la délimitation du houiller et du permien très bouleversés par un accident nommé faille de l'Est, a fait rencontrer des grès très fissurés, imprégnés d'un pétrole noir visqueux (Termier, *B.S.G.* XXXII. 830. 1904) au voisinage d'une couche disloquée de schiste bitumineux. En quelques jours, il en a été recueilli plus de 500 litres; ce pétrole ressemble à celui d'Amérique; il donne des huiles lampantes, plus légères que celles obtenues par la distillation des schistes du même bassin, de l'huile à gaz, des huiles de graissage, de 3 à 4 % de paraffine, mais pas de benzine. M. Cambray, ingénieur de la Société des schistes bitumineux, qui a étudié ce produit m'a signalé que le schiste voisin essayé en même temps, ne rendit que fort peu d'huile brute (3 %), aussi pense-t-il que ce pétrole résultait peut-être d'une distillation partielle du schiste, consécutive à la production de la faille de l'Est.

Dauphiné. — *Isère.* M. G. Friedel m'a signalé que des sondages, effectués en 1908 pour la recherche du prolongement du bassin houiller de Saint-Étienne sous la plaine du bas Dauphiné, a fait trouver des grès houillers, imprégnés de pétrole, sur quelque 80 mètres d'épaisseur, au sud du Pont-de-Cheruy, au N. de Chavagnieu; les carottes de sondage renfermaient 2 % en poids de ce pétrole.

Oligocène.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Berthier a étudié (*A.M.* XIII. 613. 1838) des sables micacés imprégnés d'un pétrole, soluble en partie dans l'alcool et l'éther, se trouvant à Saint-Martin-de-Fugères, aux Sognes en Laussonne, aux Avits en Coubon. Les sables imprégnés sont noirs et luisants, mélangés de veines d'un brun-cannelle. Ils sont cas-

sants et se pulvérisent sans s'agglomérer sous le pilon; ils ne se ramollissent pas dans l'eau bouillante.

Aquitanien.

Pyénées. — *Landes.* A 5 km. environ au sud des sources bitumineuses de Bastennes, se trouve, au voisinage d'une ophite, un gisement de sable coquillier à *Cardita Jouanneti*, imprégné d'asphalte dans la proportion de 1/5. L'exploitation des anciennes concessions d'Armentieu et de l'Échalassière est abandonnée depuis longtemps, de même que celle des environs de Gaujac (concession de la Bourdette et de Pozat).

Basses-Pyrénées. La molasse de Sainte-Suzanne près d'Orthez est aussi imprégnée d'asphalte, qui se trouve également en masses compactes très pures¹.

[**Alsace**]. — Des exploitations très actives sont faites à Pechelbronn², au Nord de Lobsann, sur des marnes grises ou verdâtres, localement sableuses, associées à des sables plus ou moins cimentés par de la calcite. Le sable, imprégné de pétrole, est disposé en veines aplaties parallèlement à la stratification. Le pétrole de ce gisement est visqueux, d'un brun foncé (*graisse de Strasbourg* des anciens auteurs); il a été étudié notamment par M. Le Bel (*C. R.* LXXIII. 499. 1871 et *Bull. Soc. hist. nat. Colmar*, 1886. 445). Il se dégage de ce gisement de l'hydrogène proto-carboné et, en 1883, des sondages ont fait rencontrer du pétrole jaillissant, assez fluide.

D'après M. Le Bel, le pétrole épais, noir de Pechelbronn (densité 0,892 à 0° et 0,857 à +50° C.) a la composition suivante : C 85,0; H 12,0; O 2,3. On obtient par distillation 7,8% à +180° C; 15, 2 à + 200°; 25,7 à 220° et 40,6 à 260° C.

Les gisements de Schabwiller fournissent un pétrole de couleur

1. La collection du Muséum renferme un échantillon d'une arène granitique imprégnée d'asphalte et indiquée comme provenant d'Escouloubre (*Aude*); je n'ai pas de renseignements précis sur ce gisement.

2. Ce sont les produits de ce gisement qui ont servi à Boussingault à établir (*A.P.C.* LXIV. 141. 1837 et LXXIII. 442. 1840) sa théorie, d'après laquelle tout asphalte serait formé par une huile (*pétrolène*) et un solide (*asphaltène*), théorie que les études ultérieures n'ont pas confirmée. Boussingault attribuait au pétrolène la formule C⁴⁰H¹⁶ avec la composition moyenne suivante : C 88,4; H 12,5.

claire, bouillant à basse température, que M. Le Bel a comparé au pétrole américain.

Argiles pétrolifères et asphaltifères.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Des tentatives infructueuses d'exploitation ont été faites jadis sur des argiles imprégnées d'asphalte de la Bernarde à Espaly.

Algérie. — *Oran.* Une région pétrolifère, qui sera peut-être intéressante au point de vue économique, est celle du Dahra et de Relizane, à une cinquantaine de kilomètres de Mostaganem. Dans le Dahra, le point exploré est Aïn-Zeft et Beni-Zenthis, où l'on n'a trouvé que des traces de bitume. Dans la région de Relizane, le centre de recherches est Tliouanet ou Chabet-Msilah (Messila).

Un pétrole noir a été rencontré dans des sondages au milieu de marnes, pliocènes dans le premier centre, burdigaliennes dans le second. Le pétrole de Messilla, de densité de 0,830, donne 5,50 % d'huiles légères, 50 % d'huile lampante, 12,50 d'huiles lourdes lubrifiantes (De Launay, *op. cit.*, 277).

4° Dans les récifs coralliens.

Antilles. — *Martinique.* Je dois à l'obligeance de M. Dublancq-Laborde d'intéressants échantillons, qu'il a recueillis sur la côte orientale de la Martinique, près de l'îlot Thierry et de l'îlot du Cabrit. Ils consistent en *pissasphalte* et en *asphalte*, qui viennent se déposer à la surface des rochers de la côte, en masses parfois assez importantes.

Il faut rapprocher cette observation de celle faite par H. de Saussure (et rapportée par A. Jaccard : *Le pétrole, op. cit.*, 1895. 213) sur les côtes de Cuba, au voisinage de la Havane. On peut se demander si ces hydrocarbures ne résultent pas de l'oxydation de carbures d'hydrogène, formés par la décomposition des débris organiques accumulés dans les récifs coralliens, qui bordent la côte. En tout cas, aucune observation faite sur le sol volcanique même de la Martinique n'y a fait rencontrer jusqu'ici de gisement bitumineux.

5° Dans des gisements métallifères ¹.

Plateau Central. — *Allier.* Les filons d'érubescite de la Prugne

1. Voir page 628, pour le gisement de Privas.

ont fourni autrefois de petites masses d'asphalte, dont la collection du Muséum possède un échantillon.

6° *En inclusions dans le quartz.*

Le quartz des gisements les plus divers renferme souvent des carbures d'hydrogène dans ses inclusions liquides.

C'est ainsi que Davy a décrit (*Phil. Transact.* CII. 367. 1822) un pétrole brunâtre, qu'il a rencontré dans des inclusions du quartz hyalin de la Gardette (*Isère*) : ce pétrole se solidifie à + 14° C., brûle avec une fumée blanche et semble posséder un point d'ébullition assez élevé.

En chauffant, dans le vide, du quartz des filons stannifères de la Villeder (*Morbihan*), donnant par le choc une odeur empyreumatique, M. Tronquoy a constaté la sublimation de gouttelettes d'un pétrole brunâtre.

ÉLATÉRITE

Amorphe.

Formes, facies, dureté. L'élatérite ou *caoutchouc minéral*, ou *bitume élastique*, est molle; elle adhère quelque peu aux doigts; elle durcit par exposition à l'air.

Densité. 0,91 à 1,23.

Coloration et éclat. Brun foncé presque noir. Translucide en lames très minces et alors d'un rouge orangé foncé terne.

Composition chimique. La composition chimique est d'environ : C 85 ; H 13. Il existe toujours un peu de résidu insoluble et généralement une très petite quantité d'oxygène.

Henry a publié (*Ann. Sc. nat.* III. 439. 1824 et *A. M.* XII. 269. 1826) l'analyse suivante : C 58, 26 ; H 4,89 ; Az 0,104 ; O 36,746 = 100,00, de l'élatérite de Montrelais, analyse que Des Cloizeaux (*op. cit.* II. 49) considère comme inexacte ; cette composition est en effet celle de la *dopplérite*, qui possède des propriétés différentes. Je n'ai malheureusement pu réunir une quantité suffisante de matière pour une nouvelle analyse.

Essais pyrognostiques. Comme pétrole.

Diagnostic. Se distingue du *pissasphalte* par sa consistance et ses propriétés élastiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'élatérite se trouve dans des gisements sédimentaires, et le plus

souvent dans ceux de combustibles fossiles, dont elle ne constitue qu'un accident minéralogique.

1^o *Dans les assises carbonifères.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* L'élatérite a été découverte, en 1816, dans la mine de Montrelais (puits Saint-André), au milieu de géodes tapissées de quartz et de calcite (Ollivier, *Ann. Sc. nat.* II. 149. 1824) ; elle y formait de très petites masses assez impures (voir plus haut) : le seul échantillon que j'ai observé se trouve dans la collection du Muséum : ce minéral n'a plus été rencontré depuis sa découverte datant de près d'un siècle.

Vendée. — *Vendée.* L'élatérite a été signalée dans la mine de houille de la Boufferie en Puy-de-Serre et de Faymoreau, ainsi que dans le bassin de Vouvant (Fournel. *Et. gîte houil. et métall. Bocage vendéen.* 1836. 83.) La collection du Muséum en renferme un échantillon, provenant du premier de ces gisements ; il est associé à une résine fossile (*vendéennite*) dans les fentes d'un grès.

Plateau Central. — *Nièvre.* J'ai observé une petite masse d'élatérite dans une géode de dolomite de la mine de houille de la Machine.

2^o *Dans les assises jurassiques.*

Cévennes. — *Gard.* E. Dumas a signalé (*Stat. minér. Gard.* II. 721. 1877) de petites masses d'élatérite, dans les loges d'*Ammonites cornucopiæ* (toarcien) de Fressac.

3^o *Dans les assises crétacées.*

Cévennes. — *Gard.* Le même auteur a indiqué l'existence de petits nodules d'élatérite dans un lignite, au nord de Laudun.

HYDROCARBURES OXYGÉNÉS

GROUPE DES RÉSINES FOSSILES.

(SUCCINITES ET RÉTINITES)

Les résines sont des composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène avec quelquefois un peu de soufre ; leur constitution est en général assez mal connue. Cette observation s'applique *a fortiori* aux résines fossiles, qui, d'ailleurs, se rencontrent souvent en quantité trop faible pour qu'il soit possible d'en faire l'objet d'études approfondies.

La composition des diverses résines fossiles est différente, non seulement parce qu'elles proviennent de végétaux différents suivant l'âge des couches où on les rencontre, mais encore parce que dans un même niveau géologique, elles ont pu être soumises à des conditions physiques différentes, qui ont entraîné une oxydation secondaire d'intensité variée. Ces résines fossiles, en effet, se distinguent d'une façon générale des résines actuelles en ce qu'elles sont plus oxydées.

Il est assez difficile de se reconnaître au milieu de la multiplicité des noms de variétés qui ont été créées, parfois sans raison bien valable, pour désigner des résines de gisements différents ; aussi me contenterai-je d'établir deux séries, appelée : l'une *succinite* parce que les résines qu'elle constitue, donnent par distillation de l'acide succinique, l'autre *rétinite* qui ne fournit pas cet acide.

Formes et facies. Les résines fossiles constituent des masses irrégulières, amorphes, dépourvues par suite de clivages ; leur cassure est conchoïde. L'examen microscopique y montre des pores à gaz ; elles englobent fréquemment des débris organiques, végétaux ou animaux (insectes en particulier). Enfin elles sont fréquemment imprégnées de pyrite.

Dureté. 2 à 2,5. Fragiles.

Densité. 1,050 à 1,096.

Coloration et éclat. Jaunes de diverses nuances, brunes, rougeâtres, blanches. Transparentes ou translucides ; devenant opaques par altération. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Normalement monoréfringentes, mais présentant souvent des phénomènes de biréfringence par trempe. L'indice de réfraction est voisin de 1,53.

Propriétés électriques. Se chargent d'électricité négative par friction.

*Composition chimique et essais pyrognostiques*¹. Les diverses résines fossiles ont une composition centésimale différente ; elles ont fréquemment des fonctions chimiques distinctes. Il n'y a guère que le succin de la Baltique qui ait été étudié d'une façon un peu complète. D'après MM. Tschirch et Awenz (Tschirch, *Die Harze und die Harzbehälter*. 1906) l'alcool en dissout 30 %, et il reste 70 % d'insoluble (*succinine* de Berzélius). La partie soluble est constituée par un éther succinoabiétique du bornéol [(bornéol = C⁴⁰H⁴⁸O)] (2% de l'ambre) et par de l'acide succinoabiétique libre. Quant à la partie insoluble, elle est constituée par un éther de l'acide succinique (C⁶H⁶O⁴) avec le succinorésinol (C¹²H²⁰O).

Par distillation dans un tube fermé, les *succinites* donnent de 3 à 7 % d'acide succinique (qui se sublime en petites aiguilles¹), une huile verdâtre très odorante, de l'eau, etc. Le point de fusion est de 355° à 360° C.

Les *rétinites* ne donnent pas d'*acide succinique* par distillation. Les nombreuses variétés ayant reçu des noms différents se distinguent les unes des autres par leur très inégale solubilité vis-à-vis des divers solvants²; la *copalite* (résine de Highgate), qui est l'une d'elles, ressemble beaucoup au copal; elle est presque insoluble dans l'alcool et se différencie des autres résines fossiles par sa pauvreté en oxygène (2 à 3 %).

1. Les cristaux d'acide succinique n'apparaissent que lorsque le tube est complètement refroidi; il est commode de coiffer d'un autre tube celui dans lequel on fait l'essai; les cristaux sublimés sont aciculaires, orthorhombiques et très biréfringents.

2. La température de fusion pourrait être d'un bon secours pour le diagnostic des résines fossiles. D'après des essais de M. Gaubert, à 250° C. la rétinite d'Auteuil et de Bata se ramollissent et restent transparentes comme le fait la succinite. A 200° C., les rétitites de Forcalquier et de Thonon (*allingite*) se ramollissent; celle de Gisors se gonfle et devient opaque. A 150° C., la rétinite de Saint-Lon se ramollit et devient opaque, celles de Briollay. (presque fondue), d'Angoulême, se ramollissent facilement: celle de Villers en Prayères etc., commence seulement à se ramollir, alors que la résine de Saint-Florentin se gonfle, devient opaque et cassante.

Je donne ci-contre l'analyse *a*) de la succinite de la Baltique par Helm (*Schrift. Ges. Dantzig*, VII. 192. 1891); puis des résines fossiles: *b*) de Briollay (*Maine-et-Loire*); *c*) de Saint-Lon (*Landes*); *d*) de Villers en Prayères (*Aisne*); *e*) et *f*) de Meudon (*e* transparente et *f* opaque). Ces dernières analyses ont été faites, sur ma demande, par M. Demoussy, assistant au Muséum.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
G.....	78,63	80,2	78,3	76,8	73,6	73,9
H.....	10,48	10,3	9,9	9,6	9,4	9,3
O.....	10,47	8,8	11,2	12,4	14,7	16,2
S.....	0,42	0,5	0,26	0,94	0,07	0,13
Cendres...	»	0,15	0,3	0,2	0,2	0,43
	<u>100,00</u>	<u>99,95</u>	<u>99,96</u>	<u>99,94</u>	<u>99,97</u>	<u>99,96</u>

Altérations. Par altération, les résines, de transparentes deviennent opaques. Les analyses *e* et *f*, faites sur les portions transparentes ou opaques d'un même échantillon, montrent que l'altération consiste bien dans une oxydation.

Diagnostic. On a vu plus haut que, par définition, les *rétinites* se distinguent des *succinites*, en ce qu'elles ne donnent pas d'acide succinique dans le tube par distillation.

J'ai suivi l'usage, adopté actuellement par tous les minéralogistes, mais je ferai remarquer qu'en proposant le terme de succinite, A. Brongniart lui a donné (*Tableau espèces minér.* 1833. 45) une signification inverse; il l'employait par opposition au *succin*, caractérisé par l'acide succinique qu'il donne dans le tube.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les résines fossiles ayant été fournies par des végétaux au cours de diverses périodes géologiques, leurs gisements originaux sont ceux où il existe des combustibles fossiles (houilles et surtout lignites), mais elles ont été souvent arrachées à leur gisement originel et entraînées dans le sable de la mer (comme dans la Baltique actuelle par exemple), ou dans celui des rivières.

Commercialement, le nom d'*ambre* est réservé aux résines fossiles ayant certaines qualités de cohésion, qui permettent de les tailler. Ces qualités sont indépendantes des divisions établies plus haut; c'est ainsi que l'ambre de la Baltique comprend non seulement la *succinite*, mais diverses *rétinites* (*gédanite*, *glessite*), dépourvues d'acide succi-

nique; l'ambre de Roumanie (*roumanite*) est une succinite donnant autant d'acide succinique que l'ambre de la Baltique, alors que celui de Sicile (*simétite*) donne à peine d'acide succinique par distillation.

Aucune des résines françaises, ou tout au moins aucune de celles que j'ai examinées, ne mérite le nom d'ambre (sauf peut-être celle de Bata, *Congo*); elles sont toutes tendres et fragiles, impropres à la taille; elles se rapportent généralement au groupe des rétinites.

1° Dans les assises paléozoïques.

Carbonifère.

Vendée. — *Vendée*. Une résine rouge, jaune ou jaune verdâtre, associée à de l'élatérite, a été rencontrée dans les fentes des grès houillers de Faymoreau et de Chantonnay. Rivière l'a désignée sous le nom de *vendéennite* (*C. R.* XI. 208. 1840); l'unique échantillon que j'ai examiné présente cette résine sous forme de petits grains, en partie opaques.

Plateau Central. — *Loire*. Drapiez a signalé (*Ann. Soc. phys. Bruxelles*, I. 109. 1819) une résine fossile dans les mines de houille de Saint-Symphorien-de-Lay, près Roanne.

Saône-et-Loire. J'ai observé un rognon d'une résine brune et opaque, engagé dans la houille de Blanzay.

2° Dans les assises jurassiques.

Cévennes. — *Gard*. Leymerie a signalé (*Cours Minér.* II. 399. 1859) dans les lignites piciformes bathoniens du Vigan, une résine en gouttes noirâtres, parfois soudées ensemble; il l'a assimilée à la *sclérétinite* de Wigan en Angleterre, décrite par J. W. Mallet. La poussière est d'un brun cannelle; l'éclat brillant. La densité est de 1,13; la dureté, supérieure à celle des autres résines, serait à peu près celle de la calcite.

Saintonge. — *Charente*. Une résine jaune se trouve dans les marnes du Pont-du-Cluseau près Chantrezac (Coquand, *Descr. géol. Charente*. I. 1858. 105).

3° *Dans les assises crétacées.*

Crétacé inférieur.

Bassin de Paris. — *Seine.* Un morceau de résine, d'un jaune ambré, a été recueilli par M. Péroux, dans les sables verts du gault rencontrés à 580 mètres de la surface, lors du sondage du puits artésien de Maisons-Laffitte (*C.R. CL. 59. 1910*) ; cet échantillon, pesant environ 10 gr., se trouve actuellement dans la collection du Muséum.

Seine-Inférieure. On a rencontré de la résinite dans les argiles glauconieuses de l'albien à Cauville.

Ardennes. — *Meuse.* M. Evrard m'a signalé l'existence de fragments d'une résine fossile dans le gault de Varennes-en-Argonne.

Bourgogne. — *Yonne.* Une résine fossile est assez abondante dans les grès verts du gault aux Buissons près Saint-Florentin (résinite jaune rougeâtre, friable), ainsi qu'à Avrolles (jaune pâle).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* On a rencontré de la résinite dans les marnes aptiennes de Sainte-Suzanne et de Costebarbe.

Alpes. — *Basses-Alpes.* Une résinite se trouve également dans les environs de Forcalquier (Ongles, Sainte-Croix-à-Lauze, Montagne de Lure) et de Sisteron (Saint-Geniès-de-Dromont).

Vaucluse. Je citerai le gisement de Rustrel.

Cénomanién.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* La résine abonde parfois en gros nodules dans les grès ; on peut citer à cet égard : Andard, Briollay (résine jaune opaque, analyse *b*), Plessis-Grammaire. M. Couffon m'a signalé en outre les gisements suivants : Saint-Georges-Chatelais, Morannes, Le Couday, Macouard, Saint-Barthélemy (ferme des Petits Ambillons), landes de la forêt de Pontmenard, au nord de Judarveil sur la route de Châteauneuf-sur-Sarthe, moulin de Langerie, le Haut Vau, Soulaire, Saint-Saturnin près du château de Margas.

Maine. — *Sarthe.* Dans les grès des environs de la Suze : dans les argiles ligniteuses reposant sur le précambrien de la rive gauche de la

Sarthe, à l'ouest de Précigné, petits grains d'un jaune brunâtre, fragiles (Matte. *B. C. F.* XIX. 45. 1908).

Poitou. — *Vienna*. On a rencontré de la résine jaune de miel dans le lignite de la base des grès à Chenéché.

Bassin d'Aquitaine. — *Charente*. Une résine abonde en masses translucides d'un brun jaune, opaques, dans les grès et les argiles des environs d'Angoulêmes (Pont-du-Basseau, Petit-Bardin dans la plaine de Saint-Yrieix ; Rochine en Pontouvre, La Couronne). Aux Châteliers en les Adjots, elle se présente en gros fragments jaunes, opaques, avec veines rougeâtres transparentes ; il faut encore citer Sireuil, Berland en Bourg-Charente.

Charente-Inférieure. Des blocs d'une résine jaune et opaque (par oxydation), atteignant la grosseur de la tête (collection du Muséum), peuvent être recueillis dans les lignites de l'île d'Enet près de l'île d'Aix ; c'est avec Saint-Lon le gisement français le plus important.

Dordogne. Une résine fossile a été rencontrée dans les lignites du Sarladais.

Cévennes. — *Gard*. Dans le lignite de Mézerac en Saint-Paulet-de-Caisson, de Carsan, du Pin, des nodules de rétinite d'un jaune rougeâtre ou d'un brun jaune, à surface rugueuse, atteignent la grosseur d'un œuf.

Turonien.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Une résine fossile a été trouvée dans les couches saumâtres des bords de l'Étang de Berre, et non loin de celui-ci, dans la Charbonnière des bois de la Mède en Châteauneuf-lès-Martigues.

Danien.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Leymerie a signalé (*Descr. géol. des Pyrénées de la Haute-Garonne*, 1881) de la rétinite dans les lignites de son garumnieux aux environs de Salies-du-Salat.

Corbières. — *Aude*. Les grès d'Alet (aturien) renferment fréquemment une résine d'un jaune foncé, accompagnant le jayet à Sougraine.

C'est certainement du même gisement ou de gisements voisins que proviennent les échantillons étiquetés dans les collections : Bugarach, Rennes-les-Bains et aussi Soulatge : cette dernière localité est peu éloignée des précédentes, mais il ne se trouve pas de grès d'Alet à son voisinage.

Gisements crétacés d'âge précis incertain.

Landes. Le gisement français le plus remarquable à citer pour les résines fossiles se trouve à Saint-Lon, entre Dax et Peyrelade. Des blocs de résine translucide d'un brun rouge, très fragile, atteignant la grosseur de la tête (collection du Muséum), y ont été trouvés dans un lignite pyriteux [crétacé inférieur d'après Delbos (*Bassin de l'Adour*, 585), crétacé moyen d'après Raulin ; peut-être molasse helvétique d'après M. Dollfus].

Du succin brun a été rencontré dans une recherche de lignite sur les bords de l'Estampon (à 1900 m. à l'ouest de l'église de Grauloux en Losse) ; ce lignite est quelquefois aussi imprégné d'une résine blanche (Lefebvre, *Ann. Mines.* IX. 258. 1836).

Congo. — C'est soit à l'albien, soit au cénomanién qu'il faut rapporter des grès riches en une résine jaune, translucide, et en empreintes végétales malheureusement indéterminables, se trouvant sur la côte à Bata. Cette résine, dont j'ai étudié de nombreux échantillons, est plus dure et plus résistante que celle des gisements français en général ; elle se rapproche à ce point de vue de l'ambre de la Baltique, mais elle ne donne pas d'acide succinique par distillation.

4° Dans les assises tertiaires.

Eocène.

Bassin de Paris. — Les résines fossiles sont assez abondantes dans les lignites de l'argile plastique sparnacienne ; elles sont généralement très fragiles et souvent altérées par suite de la décomposition de la pyrite qui les accompagne. Voici quelques gisements dont j'ai étudié des échantillons.

Seine et Seine-et-Oise. Les gisements les plus anciennement connus, sont : Auteuil (C. A. Becquerel. *J. P.* LXXXIX. 239 et 308. 1819.), Passy, Meudon, Vaugirard. La résine de Meudon est jaune d'or et

translucide (analyse *e*), quand elle est intacte, mais devient opaque et blanchâtre par oxydation (analyse *f*).

Je dois à M. Fritel de beaux échantillons, d'un jaune d'or, transparents, trouvés récemment dans la carrière du moulin de la Roche à Arcueil.

Le point de fusion des rétinites de la région parisienne se rapproche de celui de la succinite de la Baltique.

Oise. Environs de Gisors (résine transparente) d'un beau jaune d'or, marais de Genvry et entre ce village et le bois d'Amy.

Seine-Inférieure. Mortagne en Incherville.

Eure. Noyers près Vesly, beaux échantillons translucides.

Aisne. Les lignites de Villers en Prayères ont fourni des échantillons d'une succinite, d'un brun souvent rougeâtre, de grandes dimensions (analyse *d*) ; environs de Soissons (Annois, Beurieux. Homblières).

Flandre. — *Nord*. C'est au même niveau (landénien supérieur) que des résines ont été trouvées aux environs de Cambrai, à Dimont, à Berlaimont.

[*Belgique*]. Les argiles de l'éocène inférieur renferment quelques gisements de résine ; ils rappellent ceux du département du Nord. Succinite : Binche, Houdeng, Aimeries, Trahenières [Sur ce gisement très riche, voir Drapiez (*Ann. Soc. phys. Bruxelles*. I. 1819. 109), Laval-Trahegnies, Wommerson près Tirlémont, etc. Une résine plus friable que les précédentes et ne donnant pas d'acide succinique à la distillation (*retinellite*. Malaise. *Man. Minér.* 1893. 168) a été trouvée en rognons d'un jaune clair, verdâtres ou rougeâtres à Strepv-Bracquenies et à Sars-Longchamps.

Oligocène.

[*Alsace*]. — A Lobsann (Daubrée. *Descr. géol. Bas-Rhin* 1852. 427), des couches ligniteuses renferment de petits grains d'une résine jaune de miel ou brune, ne dépassant guère la grosseur d'un pois.

Miocène.

Alpes. — *Haute-Savoie*. La molasse aquitanienne des Allinges, près Thonon, renferme en abondance une résine jaune, translucide,

ou même transparente, qui a été décrite sous le nom d'*allingite* par M. Aweng (*Arch. Pharm.* 232. 1893). Cette résine, dont la densité est de 1,076, contient de l'azote et du soufre ; le bornéol et l'acide succinique font défaut : l'acide de la résine n'est pas identique à l'acide succinoabiétique.

RÉSINES SUBFOSSILES

On rencontre dans beaucoup de collections minéralogiques des échantillons, parfois volumineux et souvent transparents, de résines, dont la couleur varie du blanc jaunâtre au jaune foncé ; elles sont indiquées comme ambre du *Congo*, de *Madagascar*, ou de la *Nouvelle-Calédonie*.

Ces résines ne sont que subfossiles : elles fondent à une température plus basse que les précédentes (au-dessous de 140°) et leur composition est très voisine de celle de la résine de copal actuelle. Elles proviennent d'essences végétales vivant encore, conifères (résine de Kauri de la *Nouvelle-Calédonie*) ou césalpinées (résines de *Madagascar*, du *Gabon*, du *Congo*, de *Loango*, etc.).

Ces résines se sont répandues à terre, y ont été enfouies pendant un temps souvent fort long, puis ont été ensuite arrachées par les eaux courantes et charriées par les cours d'eau.

Tel est le cas en particulier de beaux échantillons d'une résine jaune clair provenant de la région de Brazzaville au *Congo*, et dont la collection du Muséum est redevable à M. L. Fourneau. Le Congo portugais a fourni au commerce une quantité de matière assez considérable de résine de même nature, recherchée pour la fabrication des vernis.

THÉLOTITE

Le *boghead* est une roche schisteuse, noire, compacte, élastique, à cassure conchoïde brillante, beaucoup plus riche en produits volatils que les charbons ; d'après les études de B. Renault et de M. E. Bertrand, il est constitué essentiellement par des thalles¹ d'algues

1. Ceux-ci étant constitués par de la gélose, M. C. Eg. Bertrand appelle les bogheads les charbons gélosiques. Le *cannel-coal* est constitué par des spores et des sporanges de cryptogames vasculaires et des grains de pollen de gymnospermes.

(*Pila libractensis*) noyés dans une masse brune, que B. Renault a appelée *thélotite* (*Bull. soc. sc. nat. Autun*, V. 193 et *Bull. indust. min. Saint-Étienne* IV. 2. 1892). Celle-ci est noire, vitreuse quand on l'observe en masse, transparente en lames minces, et alors d'un brun rouge ou jaune foncé; elle est insoluble dans l'alcool, l'éther, l'essence de térébenthine.

La thélotite forme dans le boghead de petites masses, des veinules; elle est difficilement rayée par l'acier; elle imprègne la roche, enveloppe et colore les thalles. Peut-être faut-il la rapprocher du groupe des résines et en particulier de la *bathvillite* se trouvant dans le boghead (torbanite) de Torbane Hill en Écosse.

Le boghead renferme des concrétions siliceuses, dans lesquelles la thélotite est gonflée, altérée; elle est d'un brun acajou ou de couleur terre de Sienne, elle peut alors fondre avant de brûler. Elle s'observe aussi dans les parties les plus foncées des schistes bitumineux sous forme de minces lentilles horizontales.

Par distillation du boghead, on en extrait des gaz (environ 5 %), des huiles (de 4 à 15 %), de la paraffine et enfin de l'eau ammoniacale (3,15 %). L'huile de schiste brute a une densité de 0,87 à 0,9; elle renferme des carbures saturés (C^nH^{2n+2}), des carbures non saturés (C^nH^{2n} , C^nH^{2n-6} , C^nH^{2n-2}). Les carbures non saturés (C^nH^{2n}) distillent surtout entre 80° et 350° C. Le goudron, que laisse cette distillation, est noir, visqueux, il renferme des phénols, des bases pyridiques et des produits sulfureux.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Le bassin d'Autun renferme d'importants gisements de boghead et de schistes bitumineux, d'âge permien, activement exploités dans les concessions de Millery, Surmoulin, Margenne, Ravelon, et se trouve dans de nombreuses localités du voisinage : les Thélots (Télots), l'Orme, etc. Le minerai est distillé pour l'extraction de l'huile de schiste.

Allier. Des gisements analogues, surtout riches en schistes bitumineux, se trouvent à Buxière-la-Grue et à Saint-Hilaire.

COMBUSTIBLES FOSSILES

Les combustibles fossiles résultent de la décomposition, sous une action microbienne, de végétaux d'âge géologique varié ; ils dérivent par conséquent plus au moins directement de la cellulose ($C^6H^{10}O^5$) x , qui constitue les organes de soutien de toutes les plantes ; celle-ci a perdu de l'hydrogène et de l'oxygène au cours de la fermentation et le résidu s'est ainsi enrichi en carbone.

Par l'intermédiaire des *lignites* et des *houilles*, il existe une série continue, s'étendant de la *tourbe*, dont la composition est voisine de celle des végétaux vivants, jusqu'à l'*anthracite*, presque entièrement constitué par du carbone.

L'étude micrographique a permis à divers savants et notamment à Bernard Renault et à M. C. Eg. Bertrand de préciser, dans bien des cas, la nature des végétaux entrant dans la constitution de combustibles dont la structure organisée n'est plus apparente à l'œil nu et de suivre les transformations successives que ces végétaux ont subies du fait de la fermentation microbienne. Ces micrographes ont ainsi jeté un jour très vif sur la genèse des combustibles fossiles en général. Ces diverses questions sortant du cadre de cet ouvrage, aussi bien que la discussion des théories proposées pour expliquer l'énorme accumulation de végétaux dans des bassins limités, je me contenterai de cette simple indication.

Les combustibles fossiles peuvent être distingués les uns des autres grâce à leurs caractères morphologiques, mais surtout par leur constitution chimique dont dépendent leurs propriétés calorifiques et par suite leur intérêt économique. Je les passerai en revue dans l'ordre décroissant de leur teneur en carbone.

Tous ces combustibles présentent la caractéristique commune d'être complètement solubles au-dessous de 100° dans un mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique ; ils se transforment alors en acides bruns (Berthelot).

Les carbures et les autres produits mis en liberté par la distillation des combustibles ne préexistent pas dans ceux-ci ; ils ne peuvent en

effet en être extraits par leurs dissolvants habituels. Ils prennent naissance au cours de cette distillation, qui est destructrice.

COKÉITE

La distillation à l'air libre ou en vase clos de la houille et de l'antracite leur fait perdre des produits volatils et les transforme en *coke*, uniquement constitué par du carbone et par le résidu minéral qui, après la combustion du coke, forme les cendres.

Le coke offre différents aspects suivant la nature du combustible aux dépens duquel il a été fait et suivant les conditions physiques dans lesquelles s'est effectuée la distillation : ces aspects constituent l'une des caractéristiques différentielles des combustibles (voir le tableau de la p. 652). Dans un grand nombre de cas, le coke est une substance poreuse légère, sonore, d'un gris de fer plus ou moins brillant ; il brûle sans odeur, ni fumée.

Je désigne sous le nom de *cokéite* celui qui est formé par des procédés géologiques naturels. La cokéite est souvent plus compacte que le coke fabriqué dans l'industrie.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La *cokéite* se produit dans trois conditions différentes.

On l'a observée dans des portions de couches de houille ou d'antracite en contact avec des filons de roches éruptives ; la distillation du combustible a été dans ce cas déterminée par l'action calorifique du magma, au moment de sa mise en place. M. Fayol a signalé (*Bull. indust. minér. Saint-Étienne*, Livre I, 49. 1887) des exemples de ce fait dans les mines de Commentry (*Allier*) au contact d'une *porphyrite* (*dioritine*) : cette cokéite ressemble à la houille longtemps calcinée par les incendies souterrains ; elle ne dégage plus de gaz, elle est difficile à enflammer : dans d'autres cas, elle est fondue.

Des phénomènes de distillation plus ou moins avancés de houille s'observent aussi parfois (notamment dans le bassin d'Autun) au voisinage d'accidents tectoniques (failles, etc.).

Enfin et surtout, la cokéite se produit dans les incendies spontanés des gisements de houille (voir à *salmiac*). J'ai examiné des échantillons formés par ce processus et provenant en particulier de Cransac, de Decazeville (*Aveyron*), de Commentry (*Allier*), de La Mure (*Isère*).

ANTHRACITE

L'anthracite possède une cassure conchoïde, un éclat résineux, un peu métalloïde ; sa couleur rappelle celle de l'encre de Chine. Sa poussière est noire ; il est fragile.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 1,2 à 1,7.

Composition chimique. La caractéristique différentielle avec la houille réside dans la plus grande richesse en carbone et, par suite, dans la pauvreté en produits volatils. On trouvera page 652 des indications sur la composition centésimale.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau ; brûle avec une flamme courte. Dans le tube, dégage un peu d'eau, mais peu d'huiles volatiles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A l'inverse des autres combustibles fossiles, l'anthracite ne se rencontre pas exclusivement en amas stratifiés dans les terrains sédimentaires ; on le trouve aussi dans des gisements métallifères, dans des veinules de calcite secondaire des terrains sédimentaires, etc.

1° Dans les assises sédimentaires.

Carbonifère.

Dinantien (Culm).

Maine. — L'anthracite, passant parfois à la houille maigre anthraciteuse, est le combustible du bassin du Maine.

Mayenne. Le Genest, Montigné, et les concessions suivantes non exploitées : La Bazouge-de-Chéméré, Bazougers, la Chaumière et les Bordeaux, Épineux-le-Séguin, Gomer, Linières et la Cigotière, l'Huisserie, Varennes.

Sarthe. Brûlon, Solesmes, Viré, Monfrou, Poillé, La Promenade, Sablé, cette dernière concession a été seule exploitée en 1909.

Plateau Central. — *Loire.* Dans le Roannais : La Bruyère, Bully et Fragny, Charbonnières, Combres, Le Désert, Lay, et enfin Régnay.

Rhône. Crocomby.

Westphalien.

Flandre. — *Nord.* Les houilles maigres du bassin du Nord passent parfois à l'anthracite ; tel est le cas de celles de Vicoigne (8 % de matières volatiles), du nord d'Anzin, du nord d'Aniche, de Flines les-Raches (8 à 10 %), d'Ostricourt (9 à 10 %).

Alpes. — *Hautes-Alpes.* La Benoitte, Chamandrin, Chanteloube, Combarine, Le Grand-Villard, Saint-Jacques, Saint-Jean, Pierre Grosse, Gagniare, les Congres, Le Fressinet, etc. Une partie au moins de ces gisements du Briançonnais sont à rapporter au westphalien.

Stéphanien.

C'est au stéphanien que se rapportent le plus grand nombre des gisements français d'anthracite et certains bassins houillers ne fournissent même que cette catégorie de combustibles. Voici les principaux gisements concédés à citer :

Plateau Central. — *Allier.* Deneuille.

Saône-et-Loire. Dans le bassin de Blanzay : les concessions réunies suivantes : Theurée-Maillot, les Badeaux, Perrecy-les-Forges.

Puy-de-Dôme. Charbonnier (8 à 10 % de matières volatiles), Messeix.

Gard. Certaines couches profondes de la Grand-Combe, Cessous et Comberedonde (7 à 8 %).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Ibantelly.

Alpes. — La plupart des gisements houillers des Alpes françaises ne fournissent que de l'anthracite.

Haute-Savoie. Le Coupeau, les Vouavres.

Savoie. Arèches et Fontanus, Sordière, Bernard-la-Serraz, la Buffaz, Le Charmaix, La Clapière, Côte-Velin, Gorge-Noire, Plan d'Arc ; Champdernier, La Visard, Les Corbières, Saussaz-Châtelard, les Roches, Le Genevret, etc.

Isère. Mines de la Mure (La Grande Draye, le Châtelard, Les Béthoux Psychagnard, Les Chuzins), Laffrey, La Boutière, Pierre-Chatel et Saint-Théoffrey, Ternay, etc.

Var. Le Biançon, Les Vaux, Les Vernatelles.

Corse. Osani.

Jurassique.

Rhétien.

Tonkin. — On verra page 659 que les houilles du Tonkin sont anthraciteuses et que parmi elles il s'en trouve, qu'on peut véritablement rapporter à l'anthracite.

Crétacé.

Nouvelle-Calédonie. — On trouvera page 660 des renseignements sur les bassins houillers du crétacé supérieur ; le type de combustible

qui paraît y dominer, est l'anhracite, à éclat brillant ; tel est le cas dans le bassin de Nouméa (Mont-Dore et baie de Boulari), des couches Levat et Betchel à Moindou et enfin du bassin de Voh. Des analyses ont été données par M. Glasser (*A. M. V.* 555. 1904).

*2° Dans les veines de calcite des terrains sédimentaires
et dans les gisements métalliques.*

L'anhracite de ce genre de gisement forme des fragments anguleux ou de petits nodules arrondis, à éclat extrêmement brillant.

On les rencontre dans les fentes de schistes carburés, à Lez près Saint-Béat (*Haute-Garonne*) par exemple, et plus souvent dans des calcaires : paléozoïques, entre Thuès et Canaveilles (*Pyrénées-Orientales*), à Tokoto (*Soudan*), dans la coquille des goniatites du west-phalien du bassin du Nord ; jurassiques, Laffrey (*Isère*) ; crétacés, Maisonave, entre Orthez et Bayonne (*Basses-Pyrénées*), etc.

De petits fragments anguleux d'anhracite incrustés de calcite ont été trouvés dans les gisements ferrifères de Privas (*Ardèche*).

HOUILLES

Les houilles sont d'un noir de velours, leur éclat est résineux et vitreux ; la rayure est noire, elles prennent souvent des irisations superficielles. La densité, variable avec la teneur en matières volatiles, est de 1,25 (houilles sèches) à 1,35 (houilles maigres) ; la dureté de 2 à 2,5.

Elles sont fragiles, leur structure est compacte, parfois rubanée ou schisteuse ; elles se divisent souvent en lames, en feuillets dans la direction des strates, alors que dans les autres directions, la cassure est conchoïde ou inégale. D'autres fois, elles se divisent en solides polyédriques, par suite d'un retrait. On observe aussi des solides à formes bizarres limités par des surfaces lisses et brillantes, dues à des glissements ou à des compressions.

Grâce à l'existence de restes macroscopiques de débris de plantes, l'origine végétale est souvent mise en évidence, sans qu'il soit nécessaire de faire usage du microscope.

Les gisements houillers renferment parfois une substance pulvérulente ou tendre, terne, tachant les doigts, désignée sous le nom de *fusain* ; elle est constituée par du bois à peine transformé par carbonisation, et ayant l'aspect du charbon de bois et notamment de celui de fusain.

Composition chimique. La classification des houilles peut être basée sur leur composition et par suite sur leurs propriétés industrielles : les tableaux suivants, empruntés à l'*Atlas général des houillères* de MM. F. Gruner et Bousquet (1909), résument leurs principales caractéristiques ; les nombres, qui y figurent, se rapportent au cas où l'on a déduit les cendres (dues à des impuretés), la pyrite, souvent abondante, et aussi l'humidité, dont les proportions, fort variables, ont une très grande influence sur la valeur économique du combustible.

	COKE		NATURE DU COKE	POUVOIR CALORIFIQUE		
	p. %	MATIÈRES VOLATILES p. %		RÉEL	INDUSTRIEL	
				Calories	kg. d'eau à 0°, vapor. à 112° par kg. de houille.	
1. Houilles sèches à longue flamme..	55 à 60	45 à 40	Pulvér. ou légèr. fritté	8000 à 8500	6,70 à 7,50	
2. Houilles grasses à longue flamme.	60 à 68	42 à 32	Comp ^t aggloméré, et génér. fondu.	8500 à 8800	7,60 à 8,30	
3. Houilles grasses <i>str. sens</i>	68 à 74	32 à 26	Fondu et + ou — bour- soufflé.	8800 à 9300	8,40 à 9,20	
4. Houilles grasses à courte flamme.	74 à 82	26 à 18	Fondu, compact.	9300 à 9600	9,20 à 10	
5. Houilles maigres anthraciteuses...	82 à 90	18 à 10	Légèr. fritté, le plus souv. pulvérulent.	9200 à 9500	9 à 9,50	
6. Anthracites.....	90 à 92	10 à 8	Pulvér., décrépite souv.	9000 à 9200	9	
			C	H	O + Az	$\frac{O + Az}{H}$
1. Houilles sèches à longue flamme...			75 à 80	5,5 à 4,5	19,5 à 15,5	4 à 3
2. Houilles grasses à longue flamme..			80 à 85	5,8 à 5,0	14,2 à 10,0	3 à 2
3. Houilles grasses, <i>str. sens</i>			84 à 89	5,0 à 5,5	11,0 à 5,5	2 à 1
4. Houilles grasses à courte flamme...			88 à 91	5,5 à 4,5	6,5 à 4,5	1 env.
5. Houilles maigres, anthraciteuses....			90 à 93	4,5 à 4,0	5,5 à 3,0	< 1
6. Anthracites.....			93 à 95	4,0 à 2,0	3,0 à 2,0	1 à 0,5

M. Ad. Carnot a publié (*A. M. XVI. 424. 1879*) le résultat de 700 analyses de combustibles français effectuées au bureau d'essai de l'École des Mines de 1843 à 1879 ; il a donné pour chacun d'eux le carbone fixe, les matières volatiles, les cendres, la nature du coke, et parfois le pouvoir calorifique.

Voici en outre le tableau de concordance des dénominations industrielles des diverses qualités de houille dans différents pays voisins du nôtre.

	<i>France</i>	<i>Belgique</i>	<i>Angleterre</i>	<i>Allemagne</i>
1. Houilles sèches à longue flamme.	Houilles flambantes	Flénus secs	Splint-coal	Sandkohle ou Magerkohle
2. Houilles grasses à longue flamme...	Charbons à gaz Charbons de forge	Flénus gras ou Mons	Cherry-coal	Sinterkohle Backkohle ou Fettkohle
3. Houilles grasses, str. sens.....	(Houilles maré- chales)		Caking-coal Steam-coal	
4. Houilles grasses à courte flamme.	Charbons à coke	Charbons durs ou Charleroi	(Cardiff).	Anthracit ou Magerkohle
5. Houilles maigres ou anthraciteuses	»			
6. Anthracites.....	»		Swansea	

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A de rares exceptions près, les gisements houillers métropolitains se trouvent dans le carbonifère, alors que la plus grande partie des gisements coloniaux appartiennent au jurassique ou au crétacé

1° Dans les assises carbonifères.

Les renseignements consignés plus loin résultent de la coordination des indications données par MM. E. Gruner et Bousquet dans l'Atlas du Comité des houillères de France, et de celles fournies par l'Annuaire de ce Comité pour la même année, avec quelques modifications récentes qu'a bien voulu me signaler M. R. Zeiller. Il m'a paru préférable de donner le nom des concessions, plutôt que celui des villes ou villages auprès desquels se trouvent les gisements.

Au point de vue des qualités de houilles, les gisements français les présentent toutes, mais inégalement réparties suivant les bassins, ou dans l'étendue d'un même bassin.

Les houilles anthraciteuses sont surtout exploitées dans les couches de la région septentrionale du Nord et du Pas-de-Calais et à la base des bassins de la Loire, du Creusot, de Blanzky, du Gard, etc.

Les charbons à vapeur ou houilles demi-grasses abondent particulièrement dans le Nord et le Pas-de-Calais, dans le système inférieur de Saint-Étienne (Méons, Roche-la-Molière), dans le Gard, etc.

Les charbons à coke et à gaz ou houilles grasses, représentés dans le bassin du Nord, abondent dans ceux du Pas-de-Calais, de la Loire et du Gard.

Les *houilles sèches à longue flamme* sont surtout exploitées à Blanzay et dans l'Allier.

Au point de vue de l'âge, les assises houillères de France continentale sont à rapporter au carbonifère inférieur (*dinantien*), moyen (*westphalien*) ou supérieur (*stéphanien*).

Dinantien (Culm).

Basse-Loire. — *Loire Inférieure et Maine-et-Loire.* Le bassin de la Basse-Loire comprend une série de gisements, se trouvant dans la *Loire-Inférieure* et appartenant au culm supérieur, d'après les études botaniques de M. E. d. Bureau : Languin, Montrelais, Mouzeil, Les Touches, situés dans le *Maine-et-Loire* : Le Désert, Montjean, Saint-Georges-sur-Loire, St-Germain-des-Prés, Saint-Lambert et St-Aubin.

Le combustible le plus commun est la houille maigre anthraciteuse, 12 à 15 % de matières volatiles, et exceptionnellement la houille grasse à courte flamme.

Vendée. — Les petits bassins houillers de la Vendée donnent de la houille grasse à courte flamme à 22 % de matières volatiles.

Vendée. Bassin de Faymoreau (Faymoreau, La Boufferie, etc.).

Deux-Sèvres. Saint-Laurs.

Westphalien.

Bassins du Nord et du Pas-de-Calais. — Les gisements westphaliens français se trouvent presque exclusivement dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais, qui constituent actuellement le centre le plus important de production de la houille en France (deux tiers de la production totale). Des divisions chronologiques, basées sur l'étude paléontologique faite par MM. Boulay, Zeiller, Barrois, Bertrand, coïncident souvent avec les divisions établies sur la composition chimique. On les classe généralement de la façon suivante, en allant de haut en bas, les charbons étant de plus en plus pauvres en produits volatils, à mesure que l'on descend dans la profondeur et que l'on se dirige du sud vers le nord à travers les bassins.

1° *Zone des charbons à gaz* (flénus) ou *zone de Bully-Grenay* : sud-ouest du bassin (Bruay, Marles, Liévin, Bully-Grenay, etc.);

2° *Zone des charbons gras ou de Denain* : Centre et Nord-Ouest du bassin (Lens, Courrières);

3° *Zone des charbons demi-gras ou d'Anzin* : Centre du bassin (Anzin, Aniche, L'Escarpelle, Meurchin);

4° *Zone des charbons maigres*: Nord-Est du bassin (Fresnes, Vieux-Condé, Vicoigne, Anzin, Aniche, Carvin, etc.).

Le bassin du Boulonnais représente la terminaison occidentale de celui du Pas-de-Calais et du Nord; celui-ci se prolonge d'autre part en [*Belgique*] vers Mons, Charleroi, Liège, etc. Les concessions vont être énumérées dans ce bassin en allant à peu près de l'ouest vers l'est.

Pas-de-Calais. Le bassin du Boulonnais comprend les concessions de Ferques, Fiennes, Hardinghen.

Le grand bassin du Pas-de-Calais commence par les concessions de Fléchinelle et d'Auchy-au-Bois (houilles grasses, 26 à 32 % de matières volatiles), Ferfay, (houille grasse, 25 à 30 %), Marles, Camblain, Chatelain, Beugin, Bruay (flénus, 35 à 40 %), Vendin, Fresnicourt, Noeux (depuis 10 jusqu'à 35 %), Gouy-Servins, Vimy-Fresnoy, Bully-Grenay, Ablain-Saint-Nazaire, Liévin (h. grasse, 28 à 32 %), Lens (12 à 32 %), Meurchin (de 12 à 14 %), Courrières (12 à 32 %), Ostricourt (10 à 15 %) Courcelles-les-Lens, Drocourt (h. grasse), Dourges (16 à 30 %), Carvin (h. maigre).

Nord. L'Escarpelle (10 à 30 %), Aniche (8 à 30 %), Azincourt (h. à courte flamme 24 à 26 %), Hasnon, Anzin (10 à 34 %), Douchy (h. à courte flamme, 22 à 26 %), Denain, Vicoigne, Raismes, Marly près Valenciennes, Château-l'Abbaye, Bruille, Odomez, Fresnes, Saint-Saulve, Crespin, Thivencelles et Saint-Aybert, Vieux-Condé.

Lorraine. — [*Lorraine*]. A citer ici le bassin houiller de Sarrebrück, dont les nombreuses couches sont activement exploitées.

Meurthe-et-Moselle. De récents sondages, effectués aux environs de Pont-à-Mousson (Dombasle, Bois-Grenay, Atton, Eply, etc.), ont fait découvrir, sous le jurassique superficiel, le prolongement souterrain du bassin de Sarrebrück; il n'a pour l'instant qu'un intérêt théorique. M. Zeiller a montré par l'étude de la flore (*C. R.* CXLIV. 1137. 1907), que les couches rencontrées à des profondeurs variables (900 m. à Atton; 1100 à 1400 m. à Pont-à-Mousson), appartiennent à divers niveaux du westphalien.

Vendée. — *Vendée*. Bassin du Vouvant.

Stéphanien.

Le plus grand nombre des bassins houillers français appartiennent au stéphanien. Les assises stéphanienues ont été classées d'après leur

flore en un certain nombre de zones, dont voici l'énumération (de haut en bas) d'après M. Grand'Eury et d'après des indications complémentaires que je dois à M. R. Zeiller.

1° *Zone des Calamodendrées* : Saint-Étienne (sommet) ; — Saint-Bérain, Montchanin, Longpendu, Montmaillot, Blanzly, Montceau ; Sully, Grand Moloy ; — Sainte-Foy-l'Argentière ; — Commeny, Buxière-la-Grue ; — Decazeville ; — Bassin du Var ; — Littry.

2° *Zone de passage* : Decize ; — Bourganeuf ; — Ahun ; — Saint-Pierre-la-Cour.

3° *Zone des Filicacées* : Saint-Étienne (moyen) ; — Champagnac ; — Argentat ; — Cublac ; — Decazeville (base) — Champclauson.

4° *Zone des Cordaïtées* : Saint-Étienne (base) ; — Saint-Chamond ; — Brassac ; — La Mothe ; — Langeac ; — Longpendu ; — La Chapelle-sous-Dun ; — le Montet ; — Saint-Eloy ; — La Grand-Combe ; — Portes.

5° *Zone des Cévennes* : Ronchamp ; — Graissessac ; — Épinac ; — Carmaux ; — Bessèges ; — Prades ; — La Mure.

6° *Zone de Rive-de-Gier* : Saint-Perdoux.

Dans l'énumération qui suit, les gisements houillers sont passés en revue en allant à peu près du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest.

Normandie. — A signaler les deux petits bassins de Littry (*Calvados*) et du Plessis (*Manche*).

Maine et Anjou. — Saint-Pierre-la-Cour (*Mayenne*). Doué-la-Fontaine (houille grasse à 38 0/0) (*Maine-et-Loire*).

Vosges. — *Haute-Saône*. Les mines de Ronchamp (Ronchamp et Eboulet) fournissent des houilles grasses.

[**Alsace**]. — Bassin de Saint-Hippolyte et de Villé.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. A l'inverse des autres sondages, dont il est question à la page précédente, celui d'Abaucourt, près Pont-à-Mousson, a fait rencontrer de la houille stéphanienne.

Plateau Central. — De très nombreux bassins houillers, les uns de minime importance, les autres, d'une très grande valeur, comme ceux de la Loire, se trouvent à l'intérieur du plateau central ou sont distribués sur son pourtour.

Côte-d'Or. Aubigny-La-Ronce.

Saône-et-Loire. Bassin d'Épinac (Épinac, Sully) ; bassin de Blanzly et du Creusot, les types de combustibles sont les houilles sèches à longue flamme [et surtout les houilles maigres anthraciteuses et même l'antracite : Blanzly-Montceau, le Creusot (h. maigre et mi-grasse), Les Fauches, Montchanin et Longpendu (h. à longue flamme), Saint-Bérain, Le Ragny) et, au sud-ouest du département, le petit bassin de la Chapelle-sous-Dun et des Moquets (h. sèche à longue flamme à 34 % de matières volatiles).

Allier. Buxières-la-Grue (h. sèche à longue flamme) ; Fins et Noyant (h. grasse, 28 à 34 %) ; Bézenet (h. grasse, 28 à 30 %) ; Doyet (h. grasse, 28 à 32 %) ; Commentry, Montvicq (h. grasse à longue flamme) ; les Ferrières ; Le Marais et Les Biolles (h. grasse, 30 à 33 %), Saint-Hilaire (h. maigre à longue flamme).

Nièvre. Decize (h. à longue flamme).

Creuse. Ahun, Bosmoreau (h. maigre anthraciteuse).

Corrèze. Argentat, Cublac, Lapeau (h. à 18 %), Saint-Bonnet-La-Rivière.

Puy-de-Dôme. Bassin de Saint-Éloy (La Bouble, La Roche et la Vernade) (h. grasse 36 à 40 %) ; bassin de Saint-Gervais-d'Auvergne ; bassin de Brassac (Celle et La Combelle) (h. maigre), de Singles, etc.

Haute-Loire. Mines de Marsanges et de Chadernac ; Le Grosmenil (h. maigre anthraciteuse, 16 à 18 %) ; La Taupe (h. grasse à courte flamme, 21 à 23 %).

Cantal. Bassin houiller de Champagnac (Lagraille et Montgroux, Lempret, Madic, Prodellas) (h. grasse, 32 %, à coke h. à 25 %).

Loire. Le bassin houiller de la Loire, pendant longtemps le plus productif de France, se divise en deux parties, le bassin de St-Étienne à l'ouest et celui de Rive-de-Gier à l'est, se prolongeant dans le Rhône.

A citer dans le bassin de Saint-Étienne : les mines de Saint-Étienne [La Roche, Méons, Le Treuil, Bérard, Chaney, Terrenoire, Ronzy, Reveux, Côte Thiollière (h. mi-grasse et grasse)] ; les mines de La Talaudière-Chazotte (h. maigre anthraciteuse) ; mines de Montrambert et de la Béraudière (h. grasse à longue flamme, 30 à 35 %), de Janon Terrenoire (h. grasse 25 à 28 %) ; mines de la Loire (La Chana, Villars, Le Cluzel, Quartier-Gaillard, Beaubrun, Dourdel et Montsalson (h. grasse, 25 à 35 %) ; Roche-la-Molière et Firminy (h. grasse, 17 à 29 %, et 30 à 40), Unieux et Fraisse, etc.

Dans le bassin de Rive-de-Gier, les mines de la Péronnière (La Péronnière, Comberigol, Plat-de-Gier) (h. maigre); le Reclus (h. grasse à courte flamme, 22 ‰); les mines de la Haute-Cappe (La Cappe, Collenon, Corbeyre) (h. grasse à courte flamme); La Montagne-du-Feu, Grand' Croix, Le Martoret, Mouillon, Combe-Plaine, Tartaras et Saint-Jean-de-Toulas.

En résumé, on rencontre dans la Loire: 1° des charbons à gaz; parties sud-est et sud-ouest du bassin de Saint-Étienne (Firminy, Montrambert, La Béraudière) et vers l'extrémité orientale de celui de Rive-de-Gier (épuisé); 2° des charbons de forge au centre du bassin de Rive-de-Gier et de la plus grande partie de celui de Saint-Étienne; c'est le type prédominant; 3° du charbon à coke à Grand' Croix, Méons, Roche-la-Molière, etc., enfin 4° des charbons maigres: partie de Grand' Croix voisine de Saint-Chamond, aux Sorbiers au nord de Saint-Étienne et dans les couches les plus profondes de la Chazotte, de Méons et de Reveux. Les charbons de la Loire renferment en moyenne de 0,5 à 1,5 de soufre.

Rhône. Sur le prolongement des gisements précédents, Saint-Romain-en-Gier, Givors et Saint-Martin-de-Cornas; puis, au nord des précédents, le bassin de Saint-Foy-l'Argentière, et plus au nord encore les gisements du Roannais.

Dordogne. Le Lardin.

Aveyron. Bassin d'Aubin-Decazeville: Auzits, Bouquiès et Cahuac, Combes, Cransac, Latapie et Saint-Santin, Decazeville, Rulhe-Négrin (h. grasse à longue flamme, etc.). Les concessions de La Vernhe et du Mazel (mines de Campagnac) fournissent un charbon à longue flamme (à 34 ‰ de matières volatiles).

Tarn. Albi, Carmaux (h. grasse).

Gard. Cette région renferme tous les types de houille, présentant généralement décroissance de la teneur en matières volatiles avec la profondeur. Les mines de la Grand-Combe (La Grand-Combe, Champclauson, La Levade et la Touche, L'Alfenadou, Saint-Jean-de-Valérisse, Trescol et Pluzor) fournissent des charbons gras et des charbons maigres. A citer les mines de Bessèges (h. grasse et maigre), celles du Nord d'Alais (Saint-Martin-de-Valgalgues) (h. maigre, 12 à 16 ‰); Pigère et Mazel (h. grasse, 28 à 32 ‰); Lalle (h. grasse à 28 ‰); Portes et Sénéchas (h. maigre 13 à 14 et 17 à 18 ‰); Rochebelle et Cendras (h. maigre ou demi-grasse); Saint-Germain-Alais, Les Salles-de-Gagnières, Tréllys et Palmesalade, etc.

Ardèche. Jaujac, Montgros, Prades-et-Nieigles, Sallefermouse.

Corbières. — *Aude.* Durban, Ségure.

Hérault. Les mines de Graissessac (Bousquet d'Orb, Boussagues, Le Devois, La Tour-sur-Orb, Saint-Gervais, Saint-Geniès-de-Varensal, Castanet-le-Haut) fournissent des houilles anthraciteuses.

Esterel. — *Var.* Auriasque, Boson, Fréjus, La Magdelaine, La Chapelle, l'Eygoutier.

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Boyère, Carros, Pourraçiers.

Madagascar. — M. Colcanap a découvert récemment de la houille carbonifère ou au plus permienne au sud de Tuléar : au sud du Mangoky près de la rive gauche de son affluent le Beandry et dans trois gisements s'échelonnant sur 10 km. au nord du Mangoky sur la rive droite de son affluent l'Imatolo près de Bemafatoy, de Ambohivato et de Morahariva.

2° Dans les assises permienes.

Plateau central. — *Allier.* La houille de Bert et de Montcombroux est autunienne.

3° Dans les assises triasiques.

Lorraine. — *Vosges.* Les houilles pyriteuses de Norroy, Saint-Menge, Suriauville, La Vacheresse appartiennent au keuper.

Haute-Saône et Doubs. Il en est de même, à Corcelles et Gouhenans, Melcey, Vy-les-Lures et enfin à Gemonval (en partie dans le *Doubs*) ; à Corcelles, les couches de houille pyriteuse sont associées à du gypse.

4° Dans les assises jurassiques.

Tonkin. — Des gisements houillers sont exploités dans le rhétien ; ils constituent une large bande, à peu près parallèle à la côte ; s'étendant depuis Sept-Pagodes à l'ouest jusqu'à l'île de Ké-bao à l'est. Il existe trois bassins principaux. Celui de Hongay, le plus important, est dans la province de Quang-Yen (concessions de Hatou, de Nagotna et de Campha). Le second bassin est celui de Dong-Trieu (province de Haï-Duong) et le troisième celui de Ké-bao.

Les charbons du Tonkin appartiennent au groupe des *houilles maigres anthraciteuses* ; elles ont un éclat très brillant, sont assez dures, mais très fragiles, ce qui en restreint l'emploi. (Voir pour analyses : Dupouy. *Minéraux et minerais du Tonkin*, 1909, p. 24.)

Madagascar. — Les gisements de la baie d'Ampasindava et de Nosy bé, qui appartiennent au lias supérieur, renferment surtout des lignites, parmi lesquels se trouvent quelques termes de passage aux *houilles sèches* (notamment entre Marotony et Ampasimena).

3° Dans les assises crétacées.

Nouvelle-Calédonie. — L'âge des charbons de cette île a été beaucoup discuté, mais il semble qu'il faille définitivement le rapporter au crétacé supérieur (Glasser. *A. M. V.* 555. 1904). Il y a lieu de signaler les bassins de Nouméa, de Moindou, de Poya et une série de petits bassins isolés, dont le plus important est celui de Voh.

Les charbons de Moindou sont des *houilles grasses à longue flamme*, passant à la *houille sèche* ; il existe quelques *houilles grasses à courte flamme* (gisements des Portes-de-Fer et de Nondoué dans le bassin de Nouméa), mais la plus grande partie des gisements ne fournissent que de l'*anthracite*.

LIGNITES

Les lignites possèdent des aspects et des structures variés.

Alex. Brongniart a donné le nom de *lignite piciforme* (pechkohle) aux variétés compactes d'un noir luisant, à cassure conchoïdale et à aspect de poix, rappelant parfois la houille.

Le *jayet* en est une variété, particulièrement homogène, susceptible d'un beau poli (densité 1,26 à 1,30) et employée parfois pour cela en joaillerie (voir à *Provence* et *Aude*).

D'autres types de lignite sont ternes, plus ou moins schisteux ou friables, avec une structure ligneuse plus ou moins apparente (*bois fossile*) ; enfin il existe des lignites terreux, dont une variété, d'un brun clair douce au toucher, constitue la *terre d'Ombre*.

Toutes les variétés de lignite ont la poussière brune.

Densité. La densité varie de 0,5 à 1,30.

Composition chimique et diagnostic. Les lignites se distinguent des houilles par la plus grande quantité de matières volatiles qu'ils fournissent par distillation (50 à 75 %), en laissant, non pas du coke, mais une sorte de braise, qui continue à brûler même quand la flamme est éteinte ; elle conserve la forme des morceaux expérimentés. Le lignite

s'allume facilement et brûle avec flamme, fumée noire et odeur bitumineuse.

La composition centésimale varie dans les limites suivantes : C 75 à 55 % ; H 2,5 à 5,7 ; O+Az 17,5 à 36 %. Les lignites sont plus ou moins pyriteux.

A l'inverse des houilles et des anthracites, les lignites colorent en brun une solution de potasse ; ils se dissolvent dans l'acide azotique et dans les hypochlorites.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Depuis le début de l'ère secondaire, le lignite se rencontre, soit comme accident, soit sous forme de couches plus ou moins puissantes dans un grand nombre de formations lagunaires ou d'eau douce ; mais, ces gisements sont surtout abondants à partir du créacé moyen.

En raison du peu d'intérêt minéralogique de ce produit, je me contenterai d'énumérer, comme exemples, une série de gisements d'âge varié, en me restreignant à ceux ayant un intérêt économique, aux principaux de ceux qui sont ou qui ont été exploités, soit pour l'extraction du combustible, ou pour la fabrication d'objets d'ornementation (*jayet*), soit pour l'industrie chimique ou l'agriculture. On sait en effet qu'à ce dernier point de vue les lignites de certains niveaux sont très riches en pyrite finement distribuée ; par exposition à l'air dans des conditions favorables, celle-ci s'oxyde, le combustible s'enflamme ; le produit de la combustion est traité par lixiviation pour l'extraction du sulfate de fer et la fabrication de l'alun. Certains lignites sont utilisés pour l'amendement des terres, soit à l'état naturel, soit après calcination.

1° Dans les assises secondaires.

Trias.

Jura. — *Jura.* Des gîtes concédés de lignite se trouvent au voisinage des terrains salifères à Grozon et Vercia.

Jurassique.

Lias.

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Les gisements concédés des Adoux (canton de Gilette), de Vescagne se trouvent dans l'infralias, au voisinage des couches à *Avicula contorta*.

Madagascar. — C'est au lias, qu'il y a lieu de rapporter les couches de lignite, ressemblant plus ou moins à de la houille sèche, dont il a été question page 659, et qui se rencontrent au milieu des assises gréseuses des alentours de la baie d'Ampasindava.

Bathonien.

Causses. — Le bathonien des Causses renferme une formation lagunaire, au milieu de laquelle se trouvent des lignites, que Brongnart a jadis désignés sous le nom de *stipites*, pour rappeler qu'ils sont en grande partie constitués par des débris de stipes de cycadées.

Aveyron. Ces lignites ont été notamment exploités dans la région de Milhau, à la Cavalerie et aux Liquisses. Deux gisements sont concédés : le Monna et les Moulinets.

Lot. Le gisement de Cadriou se trouve au même niveau.

Cévennes. — *Gard.* Quelques gisements similaires ont été exploités dans la région du Vigan, à la limite de l'Aveyron, Saint-Sulpicien-Trèves, Servillères-en-Lanuéjols, Revens, Balmavelès, Saint-Jean-du-Bruel.

Crétacé.

Cénomaniens.

Cévennes. — *Gard.* Les exploitations les plus importantes de ce département se trouvent dans les grès verts du cénomanien.

Le lignite qu'elles renferment est d'un brun foncé, mat, friable, il s'effleurit à l'air. Voici l'énumération de quelques concessions : Aigalliers, Figon, Gaujac, Goudargues, Le Mas de Carrière, le Pin, Saint-André-d'Olerargues, Saint-Laurent-la-Vernède, Saint-Marcel-de-Carcaret, Serviers. Le lignite des environs de Saint-Paulet-le-Caisson renferme une résine fossile.

Ardèche. Ban-Rouge, Vagnas.

Aquitaine. — *Dordogne.* Dans le Sarladais, il existe des gisements concédés de lignite : La Chapelle-Péchaud, Cladech, Lasserre, Veyrines : certains d'entre eux ont fourni des résines fossiles.

Charente-Inférieure. C'est au même niveau que se trouvent les lignites de l'île d'Aix et de la région voisine, souvent riches en résine fossile (notamment à l'île d'Enet).

Sénonien.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* L'important bassin de Gardanne et de Fuveau, situé au N.-E. de Marseille, se trouve dans l'aturien ; il fournit un lignite activement exploité, ressemblant à de la houille sèche. Voici quelles sont les principales concessions : L'Arc, Auriol, Pont-du-Jas de Bassas, Bouilladisse, Gardanne, La Grande Concession, Gréasque et Belcodène, Meyreuil, Garlaban, mine de Valdonne (Peypin et Saint-Savournin), Trets, etc. Le jayet se trouve à Peynier.

Var. Le lignite est exploité dans quelques concessions voisines des précédentes : La Bastide Blanche, Plan d'Aups, Saint-Victor, etc. Les gisements du Plan d'Aups et du vallon du Queilet fournissent du jayet.

Corbières. — *Hérault.* D'assez nombreuses concessions existent dans cette région : Agel, La Caunette, Cazelles et Aigues-Vives, Clermont-l'Hérault, La Matte, Minerve, Olonzac, Oupia, Saint-Gély-du-Fesq, etc.

Aude. Les grès d'Alet renferment trois gisements concédés : Bize, Mailhac, Pouzols et Sainte-Valière, mais il existe en outre à Peyra, à la Bastide près Quillan et surtout à Sainte-Colombe-sur-l'Hers, des gisements, qui ont eu autrefois une grande réputation, à cause de l'existence du jayet ; celui-ci y a été exploité au milieu de lignites moins homogènes dont il constitue un accident minéralogique se présentant sous forme de masses, qui ne dépassent guère 25 kg.

À Sainte-Colombe, existait autrefois une industrie florissante pour la taille du jayet du pays et de celui de divers gisements français et espagnols [notamment de Montalban (*Aragon*)]. Cette industrie employait 1200 ouvriers au milieu du XVIII^e siècle, leur nombre était réduit à 150 en 1806, il n'en reste plus aujourd'hui que le souvenir.

Vaucluse. A signaler les gisements concédés de Piolenc et de Méthamis.

2^o Dans les assises tertiaires.*Éocène.*

Bassin de Paris. — Les assises landéniennes (sparnacien) du bassin de Paris sont riches en lignites, toujours très pyriteux (avec parfois traces de blende), souvent presque pulvérulents. Ils constituent

les *cedres noires*, qui, pendant longtemps, ont été exploitées dans le Soissonnais et le Laonnais pour la fabrication du sulfate de fer et de l'alun. Cette industrie n'existe plus, mais ces lignites sont parfois encore employés comme amendement.

Les localités où les exploitations ont été plus particulièrement actives sont, dans l'*Aisne* : Mézy et Passy près Château-Thierry, Chailvet et Urcel près de Laon, Bazeilles, Cîrey-Salsogne et Courcelles près de Soissons.

A citer encore dans l'*Oise* : Cuvilly près Compiègne et près de Noyon (gisements inexploités) Brétigny, Boucquy, Mirancourt (voir à blende, tome II, 540) Guiscard et dans la *Marne*, les environs de Reims (Verzenay).

Yonne. La Fontaine des Brins à Dixmont (bois fossile à peine modifié).

Alpes. — *Haute-Savoie*. Les gisements suivants de lignite sont concédés et exploités pour le combustible : Armoy-Liaud, Darbon, la Dent-d'Oche, Entrevernes, L'Épine, La Fogièrre, Le Taupert, etc.

Plateau central. — *Tarn*. Labruguière.

Oligocène.

Cévennes. — *Gard*. Quelques couches de lignite piciforme ont été exploitées dans le tongrien à Célas, Avejan, Barjac, Vénéjan, etc.

Miocène.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse*. Des gisements sont exploités à Saint-Martin-de-Castillon, etc.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les nombreux gisements concédés de lignite de ce département et notamment ceux du bassin de Manosque appartiennent à l'aquitaniennien. Voici les principaux : Billabaux, Dauphin, Fournigues, Les Gaillardons, Gaude, Les Hubacs de Manosque, les Hubacs de Volx, Montaigu, Montfuron, La Mort d'Imbert, Sainte-Rostagne, Sigonce, Villeneuve, etc.

Isère. Quelques gisements de lignite sont concédés dans la région de la Tour du Pin : Le Bas Vérel, Bellefontaine, Dionay, Le Mollard, Pommiers, Prunelle, Ratassière, Saint-Didier, Saint-Victor, etc.

Ain. Soblay.

Plateau Central. — *Cantal.* Les lignites de Laveissière se trouvent dans les tufs andésitiques miocènes de la vallée de l'Allagnon.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Orignac.

Landes. Trois gisements sont à signaler : La Luque, Larquier et Saint-Lon. Leur âge est discuté (aquitaniens ou crétacés, voir page 643 où il est question de la résine fossile se rencontrant à Saint-Lon).

Pléistocène.

Jura. — *Doubs.* La concession du Grand-Denis à Longemaison renferme un lignite tourbeux à bois de conifères bien conservé, accompagné de minerai de fer des marais : deux gisements analogues se trouvent à Morteau et aux Guinets. Il s'agit là de dépôts formés dans des lacs de vallées profondes, barrées par d'anciennes moraines (M. G. Dollfus).

DYSODYLE

Le dysodyle ou *lignite papyracé* est très schisteux, flexible, un peu élastique.

Brûlant facilement, il dégage par sa combustion, une odeur désagréable rappelant celle de l'*assa foetida* et laisse un abondant résidu siliceux, généralement constitué par des frustules de diatomées.

La densité est d'environ 1,14.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le dysodyle se rencontre dans des formations tertiaires. Voici quelques gisements français.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Chadrat au-dessus de Saint-Amand-Tallende, Authezat-la-Sauvetat.

Rhône. Châteauneuf près Viviers.

Nièvre. Vieure près Cosne.

Corbières. — *Aude.* Environs de Narbonne.

TOURBES

Les tourbes, brunes ou noires, sont spongieuses et légères ; elles résultent de la fermentation sur place de végétaux plus ou moins submergés ; c'est un produit qui se forme encore actuellement.

La transformation de la cellulose s'y observe à des étapes variées ; les éléments végétaux inattaqués forment une trame, que remplit le produit de la fermentation. Ceux-ci n'ont plus de structure organisée, ils sont d'un brun foncé, et constitués par des produits humiques et ulmiques, à réaction acide, qui colorent en brun les eaux circulant dans les tourbières.

La *dopplérite*, brune et élastique quand elle est humide (densité 1,089), noire et cassante à éclat brillant (densité 1,466, dureté 2 à 2,5) lorsqu'elle a été desséchée à l'air, insoluble dans l'alcool et l'éther, est un type particulièrement pur de ces produits de transformation.

Composition chimique. La composition chimique des tourbes est naturellement très variable ; la teneur en produits volatils est supérieure à celle des lignites ; la composition centésimale varie dans les limites suivantes C 51 à 67 ; H 40 à 5 ; O 30 à 18 ; Az 3 à 2.

Essais pyrognostiques. Les tourbes brûlent facilement, mais lentement, en dégageant une fumée à odeur caractéristique et en laissant un charbon, qui a la forme du fragment expérimenté, mais est contracté d'environ les deux tiers. Par distillation, elles donnent des gaz combustibles, des huiles, de l'acide acétique et de l'eau ammoniacale, etc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les tourbières, dont la production nécessite de l'eau courante, se divisent en *tourbières* (submergées) *du fond des vallées* ; — elles sont surtout édifiées par des cypéracées et des graminées, dont le pied trempe dans l'eau ; ces plantes sont accompagnées de mousses (*hypnum*) — et en *tourbières des plateaux et des pentes*, qui sont surtout formées par des sphaignes, mousses hygrophiles ; celles-ci, sans tremper dans l'eau, emmagasinent dans leur masse une quantité considérable de liquide.

Les gisements français de tourbières sont extrêmement nombreux. Les types des plateaux et des pentes s'observent en particulier dans les *Vosges*, le *Morvan*, le *Mont-Dore*, les *Alpes*, les *Pyénées*, etc.

Des exemples des types de plaine se trouvent dans la vallée de la *Somme*, entre Amiens et Abbeville, dans l'*Oise*, à Chaumont et aux environs de Beauvais, dans *Seine-et-Oise*, vallée d'Essones entre Corbeil et Villeroy, etc., etc.

SUPPLÉMENT

L'ordre suivi dans ce supplément est celui de l'ouvrage lui-même. Les titres sont écrits en capitales italiques pour les espèces déjà traitées et en capitales droites pour celles qui ne figurent pas dans les volumes précédents.

Lorsqu'un minéral est étudié dans des conditions de gisement déjà spécifiées, celles-ci ne donnent pas lieu à un titre spécial.

Quand, au contraire, il s'agit d'une condition nouvelle de gisement, celle-ci est indiquée par un titre numéroté à la suite du dernier employé antérieurement. Sauf cas exceptionnels, les gisements sont énumérés dans leur ordre géographique, sans qu'ils soient divisés par nature géologique, comme dans le corps de l'ouvrage; cette simplification a pour but de ne pas multiplier les titres qui auraient consommé trop de place; le lecteur fera facilement lui-même la distinction. Les renvois aux pages antérieures se rapportent, sauf avis contraire, au volume indiqué à la suite du titre.

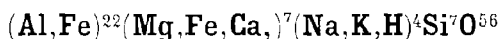
Étant obligé de faire un choix parmi les trop nombreux documents que j'ai réunis, j'ai laissé de côté tous ceux des gisements métallifères métropolitains qui ne présentent pas d'intérêt au point de vue purement minéralogique. Par contre, je me suis attaché à être aussi complet que possible, même pour les gisements de ce genre, en ce qui concerne les colonies, sur lesquelles j'avais peu de documents, lors de la publication de mes premiers volumes.

Toutes les indications concernant le Tonkin sont fournies d'après une thèse, faite récemment dans mon laboratoire par un de mes élèves, M. Dupouy (*Minerais et minéraux du Tonkin*, Paris, 1909) et pour laquelle j'emploie l'abréviation : (Dupouy, *op. cit.*).

En ce qui concerne Madagascar, dont la minéralogie constitue une partie de ce supplément, j'ai employé l'orthographe des noms de lieux adoptée par M. Grandidier dans ses travaux sur la Grande Ile. Je remercie mon savant confrère d'avoir bien voulu revoir au point de vue géographique cette partie de mes épreuves. Dans le cas où l'orthographe adoptée dans ce supplément diffère de celle du corps de l'ouvrage, cette dernière doit être modifiée.

SILICATES BASIQUES

GRANDIDIÉRITE ¹



Orthorhombique.

Facies. La grandidiérite n'est connue qu'en grands cristaux n'offrant pas d'autres formes géométriques que des plans de clivage rectangulaires, parallèlement à l'intersection desquels ils sont allongés.

Clivages. Clivages, très facile suivant $h^1(100)$, un peu moins facile suivant $g^1(010)$.

Dureté. 7,5.

Densité. 2,99.

Coloration et éclat. Vert bleuâtre, transparente en lames minces. Éclat vitreux, un peu nacré suivant le clivage h^1 .

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à $p(001)$, c'est-à-dire transversal à l'allongement. La bissectrice aiguë est *négative* (n_p) et perpendiculaire à $h^1(100)$.

$$n_g = 1,6385 \text{ (Na)}$$

$$n_m = 1,6360$$

$$n_p = 1,6018$$

$$n_g - n_p = 0,0367 \text{ et } 2V = 30^\circ 16'$$

La mesure directe de l'écartement des axes a fourni : $2E = 49^\circ 30'$, d'où $2V = 29^\circ 40'$ et $2E = 52^\circ$ (Th.) ; la dispersion est $\rho < v$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement intense et caractéristique, avec $n_g > n_p > n_m$.

Plaques de 0 mm. 5

n_g = vert foncé

n_m = incolore

n_p = bleu vert foncé

Plaques de 0 mm. 02

vert bleuâtre pâle

incolore

bleu vert pâle

Dans les sections perpendiculaires à un axe optique, on observe

1. A placer dans la systématique en tête du tome I.

deux belles houppes bleues sur un fond blanc. On sait que les minéraux présentant des houppes se divisent en deux groupes : dans l'un, (axinite, cordiérite, épidote, augite, muscovite), les houppes sombres, perpendiculaires à la trace du plan des axes optiques, apparaissent sur un fond clair, quand cette trace est placée normalement à la section principale du polariseur ; dans l'autre, les houppes présentent cette même apparence, lorsque la trace du plan des axes est disposée parallèlement à cette section principale ; la grandidiérite appartient à ce dernier groupe, qui pendant longtemps n'a été constitué que par l'andalousite, mais qui comprend aussi, d'après M. Liebisch, l'anomite, l'érythrite, le sphène, la vivianite et la hornblende basaltique.

Composition chimique. La composition chimique représentée par la formule $(Al, Fe)^{22} (Mg, Fe, Ca)^7 (Na, K, H)^4 Si^7 O^{56}$ ou $11 (Al, Fe)^2 O^3 \cdot 7 (Mg, Fe, Ca) O \cdot 2 (Na, K, H)^2 O \cdot 7 SiO^2$ est déduite de l'analyse suivante, due à M. Pisani.

SiO ₂	20,90
Al ₂ O ₃	52,80
Fe ² O ³	6,60
FeO	4,86
MgO	9,65
CaO	2,10
Na ² O	2,22
K ² O	0,40
H ² O	1,25
	<hr/>
	100,78

Essais pyrognostiques. La grandidiérite est infusible au chalumeau, inattaquable par les acides.

Diagnostic. La propriété caractéristique, qui ne permet de confondre la grandidiérite avec aucun autre minéral, est son pléochroïsme dans les teintes vertes et bleues, avec maximum d'absorption transversal à l'allongement, propriété facile à observer dans le clivage facile, perpendiculaire à la bissectrice aiguë, avec plan des axes optiques transversal à l'allongement.

Altérations. Malgré sa résistance aux agents chimiques des laboratoires, la grandidiérite est souvent transformée dans la nature en une substance verte, fibrolamellaire à deux axes rapprochés autour de la bissectrice aiguë négative, perpendiculaire à son plan de lamellisation ; elle paraît se rapprocher du *kryptotile*, qui épigénise la prismatine.

GISEMENTS . ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai dédié (*B. S. M.* XXV. 85. 1902. et XXVII.

259. 1904 et *C. R.* CXXXVII. 542. 1903) ce nouveau minéral à M. A. Grandidier, le savant explorateur de Madagascar. La grandidiérite est l'un des éléments d'une pegmatite et d'une aplite des falaises d'Andrahomanana, à l'ouest-sud-ouest de Fort Dauphin (extrême sud de l'île). Elle y forme de grands cristaux pouvant atteindre 8 cm. de longueur, qui englobent parfois poecilitiquement tous les autres éléments de la roche : quartz, orthose, microcline, almandin, pléonaste, andalousite et biotite.

Il existe en outre dans ces roches un autre minéral incolore, dont la réfringence et la biréfringence, le signe de la bissectrice, l'écartement des axes sont très analogues à ceux de la grandidiérite, mais dont l'extinction (rapportée à sa séparation rectiligne avec la grandidiérite sur laquelle il est orienté) est de 11° ; de plus, le plan des axes optiques est voisin de l'allongement. Il s'agit probablement là d'une espèce nouvelle que je n'ai pu spécifier faute de matériaux suffisants.

STAUROTIDE (t. I, p. 1).

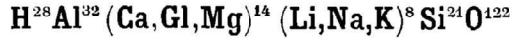
Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Le gisement précis, dont il est question page 12, se trouve dans la vallée de Lesponne. Les schistes à andalousite et à staurotite de ce genre sont très abondants au contact du granite du massif du pic du Midi de Bigorre.

Plateau Central. — *Cantal.* De petites staurotides ($m a^1$, avec g^1 rudimentaire, ou très développé) de 5 à 6 mm., accompagnent l'almandin dans les micaschistes des environs de Vézac près Aurillac.

Nouvelle-Calédonie. — Les micaschistes associés aux schistes à glaucophane de la rive droite de la vallée du Diahot, près de Balade, contiennent des cristaux (pm) de staurotite (5 mm.)

Guyane. — La staurotite, en cristaux ou en grains roulés, abonde dans les sables aurifères de la Guyane, en particulier dans ceux de l'Approuague, de la Mena, du cirque Sparwine dans le bassin du Maroni, etc.

Madagascar. — J'ai trouvé quelques petits cristaux très nets de staurotite (pm) accompagnant le disthène dans les sables monazités de la Saka affluent du Mananjara. Ils paraissent être peu abondants; leur gisement originel n'a pas été reconnu.

BITYITE ¹

Pseudohexagonale.

Facies. La bityite est toujours cristallisée ; ses cristaux ont parfois la forme de petits tonnelets ou sont constitués par des rosettes, consistant en lames hexagonales, empilées à axes plus ou moins parallèles ; enfin, plus rarement, ils sont allongés suivant l'axe vertical, mais leurs faces sont toujours courbes.

Clivages. Clivage très facile parallèle à a^1 (0001).

Dureté 5,5.

Densité 3,05.

Coloration et éclat. Blanche ou jaunâtre, ou incolore. Transparente ou translucide.

Éclat nacré très vif sur les lames de clivage.

Propriétés optiques. L'examen en lumière polarisée parallèle d'une

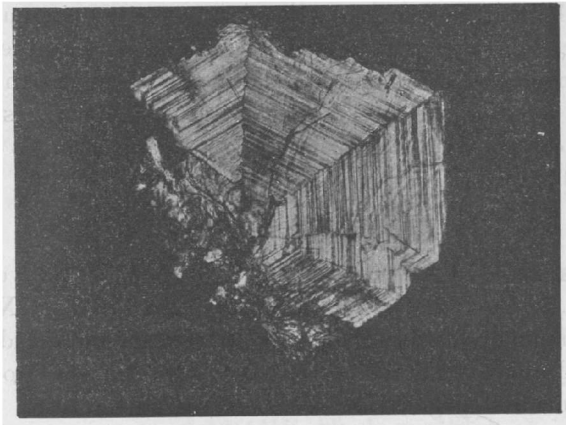


FIG. 1.

Lame mince de bityite. (Photographie faite en lumière polarisée parallèle. Grossissement de 30 diamètres.)

section basique montre que celle-ci se divise en six secteurs à contours nets (fig. 1), perpendiculaires à la bissectrice aiguë *négative* (\mathbf{n}_p), avec axes peu écartés. Chaque secteur renferme parfois de fines macles

1. A placer dans la systématique à la suite de la *staurotide*, t. I, p. 15.

polysynthétiques parallèles aux faces du prisme. L'angle d'extinction (trace de n_g) s'y fait à 30° de part et d'autre de la ligne de maclé.

Les indices de réfraction sont compris entre 1,64 et 1,62.

Composition chimique. La formule $H^{28}Al^{32}(Ca,Gl,Mg)^{44}(Li,Na,K)^8Si^{24}O^{122}$ ou $16 Al_2O_3 \cdot 14 (Ca,Gl,Mg) O \cdot 4 (Li,Na,K)_2O \cdot 21 SiO_2 \cdot 14H_2O$ est déduite de l'analyse suivante faite par M. Pisani ; le fluor et le bore ont été recherchés sans succès.

SiO ₂	31,95
Al ₂ O ₃	41,75
CaO.....	14,30
GlO.....	2,27
MgO.....	0,13
Li ₂ O.....	2,73
Na ₂ O.....	0,40
K ₂ O.....	0,16
H ₂ O.....	6,50
	<hr/>
	100,19

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la bityite fond facilement en un verre blanc bulleux et opaque ; elle n'est pas attaquée par les acides.

Diagnostic. Les propriétés optiques d'une lame basique de clivage sont absolument caractéristiques de la bityite et ne permettent de la confondre ni avec la prehnite, ni avec les rosettes de micas auxquelles ressemblent certaines de ses variétés. En outre, ses lames de clivages ne sont pas flexibles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai donné le nom de bityite à ce nouveau minéral (*C. R.* CLVI. 1369. 1908 ; *B. S. M.* XXXI. 241. 1908 et XXXIII. 51. 1910) pour rappeler le Mont Bity (Ibity), massif auprès duquel sont groupés les beaux gisements de pegmatite à tourmalines polychromes, dont il est question page 687.

Jusqu'à présent, je n'ai trouvé la bityite que parmi des échantillons provenant des pegmatites de Maharitra. Elle s'y présente avec des aspects assez différents : 1° en tonnelets d'un blanc jaunâtre, ne dépassant pas 2 mm. de plus grande dimension. La figure 2, représentant la base de l'un d'eux, montre une structure polysynthétique. Ils sont fréquemment implantés sur des cristaux de quartz ou de rubellite, qu'ils recouvrent parfois de croûtes continues. Dans d'autres cas, ils font partie d'agrégats miarolitiques de paillettes de lépidolite rosée

qui enveloppent des aiguilles de tourmaline et des cristaux d'albite; 2° en cristaux de même forme, mais grêles et allongés suivant l'axe vertical; je les ai trouvés formant une chemise régulière à de grands cristaux de tourmaline verte; un peu de lépidolite les recouvre çà

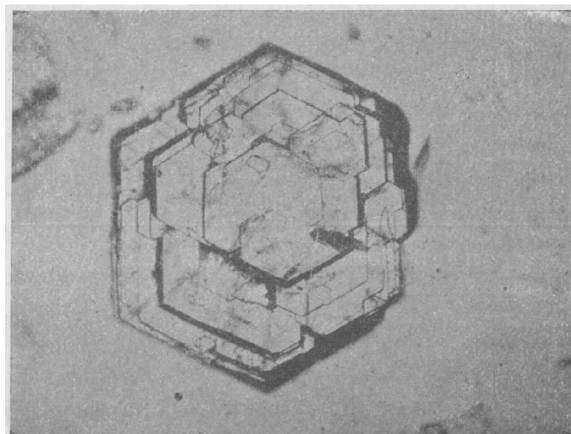


FIG. 2.
Groupement à axes parallèles de cristaux de bityite aplatis suivant la base. (Grossissement d'environ 30 diamètres.)

et là; 3° enfin une dernière variété est constituée par des lamelles très minces, groupées en rosettes. Elles sont implantées dans un fouillis de fines aiguilles de rubellite d'un rose pâle ou bien recouvrent des cristaux de microcline très corrodés et en partie transformés en albite.

La bityite est l'un des derniers minéraux formés dans les géodes à cristaux des pegmatites.

CALAMINE (T. I, p. 19).

Algérie. — *Alger.* Le gîte calaminaire de l'Ouarsenis renferme de fort beaux cristaux de calamine, décrits par M. L. Gentil (*B. S. M.* XVIII. 599. 1895); ils abondent surtout à Bir Chitour et à Friha (ou Amann), où ils tapissent des cavités d'un mélange coloré en jaune, de calcite et de smithsonite. Les formes sont simples : m , g^4 , a^4 , e^4 , avec aplatissement suivant g^4 , mais l'aspect diffère, suivant qu'ils sont

allongés ou non suivant l'axe vertical. Les petits cristaux sont transparents, mais les plus gros, groupés en rosettes ou en éventail et dépassant 1 cm. de plus grande dimension, sont d'un blanc laiteux, plus ou moins opaques et riches en inclusions liquides à bulle.

Constantine. Les mines du Kef Semmah ou du Djebel Guergour, près de Lafayette, au nord de Sétif, renferment de magnifiques cristaux de calamine ; ils sont du même type que ceux de l'Oued Ouarsenis ($pmg^1 h^1 a^1 a^{1/3} e^1$).

A Bou-Thaleb, les cristaux de calamine abondent, mais sous forme de très petites lamelles, associées à de la willémitte. J'ai observé de jolis cristaux, d'un jaune de miel, du même minéral provenant du Djebel Nador ; enfin au Djebel Grouss, le même minéral forme des nodules fibreux.

Tunisie. — Jolis cristaux de petite taille au Kef Semmah, à Kanghuet, au Djebel Ressay (stalaactites à structure fibreuse).

Pyrénées. — *Ariège.* Depuis la publication du tome I, j'ai examiné la calamine de Sentein, dont il est question page 22, les cristaux sont lamelleux et se rapportent au type de la figure 2.

Cévennes. — *Gard.* D'assez jolis cristaux de calamine (formes communes) se trouvent aux Malines.

ANDALOUSITE (T. I, pp. 25,252).

Vendée. — *Vendée.* Les filons de quartz de la Glorandière, près Talmont, renferment de gros cristaux d'andalousite rose. A citer aussi la chiastolite dans les phyllades de la Motte, sur la route de Saint-Gilles à la Roche-sur-Yon.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai trouvé des cristaux d'andalousite rose dans des veines de quartz près du déversoir des Gourgs-Blancs.

Ariège. J'ai recueilli de jolis cristaux du même genre dans une pegmatite à grains fins, formant des filons minces dans les gneiss, situés au-dessous du village de Lapège.

Tarn. De grands cristaux roses d'andalousite se trouvent dans les

schistes micacés, associés au gneiss, au nord de Brassac (Arsандаux, *B. S. M.* XXIV. 431.1901).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* De grands blocs d'andalousite rose se trouvent dans les gneiss de Bourleyre au sud de Chan-teuges ; le gisement exact est au-dessous du hameau et au delà du pont jeté sur la Desge pour le chemin de Pébrac (rive gauche de la rivière).

L'andalousite abonde aussi dans des filons de pegmatite traversant le gneiss de Roussou en Mercœur, à quelques kilomètres de la limite du Cantal ; elle est incluse dans le feldspath. A signaler aussi le pont de Vertesseyre (km. 14,9 de la route de la Chapelle-Laurent à Ally).

Cantal. M. de Brun m'a communiqué de petits cristaux d'andalousite rose accompagnant la muscovite et l'almandin dans une granulite de Sal-Bas, près Saint-Mary.

Puy-de-Dôme. Je dois à M. Demarty de petits cristaux roses d'andalousite, trouvés dans une aplite entre Manson et Charrade.

Dans la région du Mont-Dore, l'andalousite se trouve comme élément essentiel des enclaves de gneiss à cordiérite si nombreuses dans le trachyte du Capucin.

Aveyron. M. Arsандаux a rencontré (*B. S. M.* XXIV. 434.1901) de grosses masses bacillaires d'andalousite dans la pegmatite à tourmaline de Castailhac, près Entraygues.

Allier. La Lizolle.

Saône-et-Loire. M. Marlot m'a communiqué des masses bacillaires formées par des cristaux d'andalousite rose, atteignant 18 cm. ; elles ont été trouvées dans une pegmatite de Cuzy près Luzy, renfermant d'énormes cristaux de gigantolite. Les deux minéraux ne sont pas associés dans les mêmes échantillons.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Des schistes micacés, métamorphisés par le granite, renferment de magnifiques cristaux d'andalousite rose au Roc'h Kerlaz, sur la route de Plestin-les-Grèves à Lannion et à environ 2 km. du village de Saint-Efflum.

Algérie. — *Alger.* De grands cristaux d'andalousite de 20 cm. \times 4 se rencontrent au voisinage de la granulite dans les schistes micacés de la pointe Pescade près Alger (Gentil, *B. S. M.* XIX. 22.1896.)

Madagascar. — J'ai trouvé dans la pegmatite à grandidiérite d'An-

drahomanana (voir page 674) des cristaux d'andalousite, remarquables par la distribution régulière du pigment coloré rose localisé dans leur

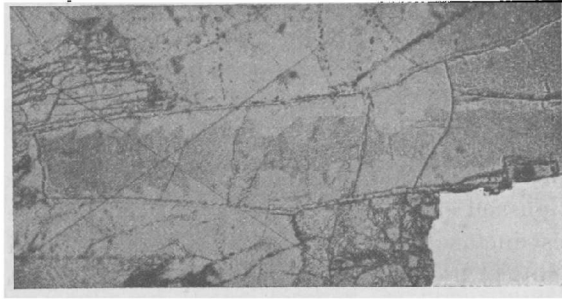


Fig. 1.

Cristal d'andalousite d'Andrahomanana, avec distribution du pigment rose, hémimorphe par rapport à l'axe *c*, qui a été placé horizontalement. (Photographie en lumière naturelle ; grossissement de 30 diamètres).

partie axiale et par l'aspect hémimorphe de la zone colorée, mis en évidence par la figure 1.

Des schistes carburés à grands cristaux de chialstolite (souvent transformés en muscovite) se trouvent dans la région de Bemahazembina (près Antsirabé) et entre Mahalevona et Andranovelona (prov. d'Anonibé).

DUMORTIÉRITE (T. I, p. 15),

$$a : b : c = 0,8897 : 1 : 0,6871 \text{ (Schaller)}$$

$$*mm = 98^{\circ}2$$

Composition chimique. Depuis la publication de mon premier volume (page 15), la dumortiérite a été trouvée en abondance dans des gisements américains, qui ont permis d'en faire l'étude chimique et de montrer que dans la formule $4Al^2O^3 3SiO^2$, une petite quantité de l'aluminium est remplacée par du bore.

Afrique équatoriale. — *Chari.* La dumortiérite est un élément microscopique des quartzites à disthène du Kaga M'Bra.

SILLIMANITE (T. I, p. 50).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* La Sénouire, affluent de droite

de l'Allier, qui prend sa source près de la Chaise-Dieu et se termine à 1 km. sud de Brioude, draine la région gneissique, dont fait partie Berbézit, le gisement cité page 56 ; on rencontre dans son lit un grand nombre de galets, parfois énormes, de fibrolite. A signaler encore, comme gisement de sillimanite, Saint-Beauzire.

Cantal. Les gneiss de Bonnac renferment en abondance des lits de plusieurs centimètres, constitués par de la sillimanite.

M. de Romeu a décrit (*B. S. M.* XXVII. 270. 1904) une enclave énallogène schisteuse (gneiss) d'une andésite du Lioran consistant en orthose lamellaire suivant g^1 , qui renferme des cristaux de sillimanite, d'andalousite, de corindon, de spinelle et un peu de biotite.

Puy-de-Dôme. Voici des précisions sur les gisements de sillimanite des environs de Pontgibaud cités page 57 : dans une coursière près d'une recherche de quartz, à la sortie du bourg par la route nationale et avant un croisement. Le gisement de Saint-Ours est situé à 1 km. du village, avant la montée de la route nationale, au lieu dit Chapelle (à droite de la route). A citer encore Montan en La Goutelle.

Algérie. — *Alger.* De belles masses fibreuses de sillimanite se trouvent dans la pegmatite du boulevard Bon Accueil à Alger (*Gentil B. S. M.* XVIII. 169. 1895). Les aiguilles très rectilignes atteignent 5 cm. de longueur ; elles sont en partie épigénisées par de la muscovite.

Madagascar. — De très belles masses de fibrolite, avec parfois des cristaux clivables de sillimanite, sont abondantes dans le Betsiriry, notamment dans la crique Belafika près Miandrivazo, dans la vallée de Farariana (région de Fenerive), avec almandin ; dans la rivière Beanamalaho ; elles ressemblent beaucoup à celles du Plateau Central.

Baron a signalé le même minéral avec quartz, au nord (Mont Ambohimanoa), au nord-est (mont Ambohimiangara) et au nord-ouest (mont Karaoka) du lac Itasy ; à Marotandrano dans le Boina au pied nord des monts Ambinivy (350 km. nord-nord-est de Tananarive), etc. ; à citer encore Ifempina près Ambositra dans le nord du Betsileo, où la sillimanite épigénise partiellement le corindon (voir T. III, p. 805).

Enfin la sillimanite accompagne la grandidiérite et l'almandin dans la pegmatite d'Andrahomanana près Fort-Dauphin.

DISTHÈNE (T. I, pp. 65 et 253).

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De très beaux échantillons de disthène se trouvent avec muscovite dans le quartz près du bourg du Cellier ; une variété bleue abonde dans l'éclogite de Piedpain en Saint-Philbert-de-Grandlieu.

Vendée. — *Vendée.* M. Lallier m'a communiqué du disthène provenant d'un micaschiste, qui émerge du sable au bout de la jetée des Sables-d'Olonne. Le même minéral se rencontre dans le micaschiste et dans les veines de quartz à la pointe du Payré près Talmont, ainsi que dans l'éclogite de Saint-Denis-la-Chevasse.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Du disthène blanc, en voie d'altération, se trouve avec tourmaline à Itsatsou, dans une carrière, au nord du chemin du pont suspendu et à 400 m. environ de la Nive.

Plateau Central. — *Aveyron.* Le disthène lamellaire bleu, engagé dans le quartz, se trouve aux environs d'Arviu et au Moulin de la Lance près Alrance (avec grandes lames de muscovite).

Haute-Loire. M. de Brun m'a communiqué un échantillon de disthène laminaire bleu, engagé dans le quartz de Bourg près Pinols.

Cantal. Le disthène existe dans des filons de quartz traversant les micaschistes au Puy d'Espinet, près Arpajon.

Puy-de-Dôme. Je citerai de très beaux blocs de disthène laminaire, rappelant celui de Pontivy, et provenant du moulin de Ganounes, à 1 km. d'Avèze sur la route de Tauves. M. Demarty m'a communiqué des échantillons du même minéral, trouvés au Montel près La Bessette (environ de La Rodde) au cours du creusement d'un puits.

Loire. De jolis échantillons de disthène s'observent dans les micaschistes du moulin Picou près La Tour, au pied du mont Raynaud.

Tonkin. — Le disthène se trouve dans les quartzites de la vallée de Ca-Dau (Quang-Nam), dans les micaschistes (avec almandin) de Lang Nhu (Fleuve Rouge) entre Bao-Ha et Lao-Kay.

M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) des cristaux de disthène dans les filons quartzeux de la vallée de la Rivière Noire.

Madagascar. — De belles lames de disthène (4 cm.) sont engagées dans le quartz fragile de Sahafoza, sur la rivière Ifontsy, à 16 km. nord de Tamatave. Des cristaux roulés de disthène gris ou bleuâtre, abondent dans les sables aurifères de la Saka, affluent du Mananjara : ils proviennent de gisements non encore reconnus en place.

Le même minéral forme à lui seul des lits dans les schistes cristallins de la vallée du ruisseau Beranozano, au sud-ouest du village de Tsimivolovolo (N. E. d'Ankavandra) : il y est accompagné d'or natif.

J'ai décrit (*B. S. M.* XXV. 115. 1902) une curieuse roche associée à des gneiss à pyroxène à Ambohimanjaka, à l'est-nord-est de Betafo ; elle est constituée par du disthène incolore, de la lazulite d'un bleu foncé, un peu de muscovite, de quartz, de tourmaline et de magnétite.

Afrique équatoriale. — *Chari.* M. Courtet a observé au Kaga M'Bra des quartzites renfermant du disthène d'un bleu très pâle, de la muscovite avec un peu de dumortière et de lazulite (*in* Chevalier, *L'Afrique centrale française*, 688.1907).

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Hubert a rencontré le disthène dans le micaschiste du sommet de la montagne de Firoa (*Mission au Dahomey*. 1908. 496).

TOPAZE (T. I, p. 59).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* J'ai décrit (*B.S.M.* XXXI. 351. 1908) des cristaux de topaze atteignant 4 cm. 5 et provenant du filon wolframifère de Montbelleux en Luitré.

Ils sont très fendillés, imprégnés de limonite et seulement translucides, mais ils peuvent être assez facilement dégagés de ces produits d'altération. Dans les échantillons, que j'ai examinés et que je dois à l'obligeance de M. D. OEhlert, ce minéral n'est associé qu'à un peu de quartz. Ces cristaux sont du type de ceux du Brésil. Les formes dominantes et constantes sont g^3 (120), m (110), $b^{1/2}$ (111), avec parfois $g^{5/3}$ (140), $b^{1/4}$ (221), $b^{3/4}$ (223), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/4}$ (041), $a^{1/2}$ (201).

J'ai mesuré les angles suivants :

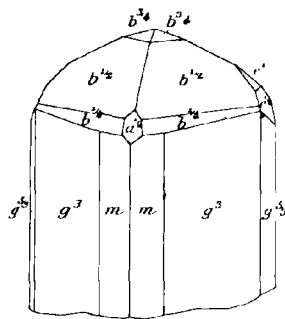


Fig. 1.
Topaze de Montbelleux.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	124°17'	124°15'	$b^{3/2} b^{1/2}$	150°20'	150° env.
mg^3	161°16'	161°15'	$b^{1/2} b^{1/4}$	167°40'	168° —
$g^3 g^{5/3}$	161°54'	161°50'	$b^{1/4} m$	166°14'	167° —

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Les roches à lépidolite d'Am-bazac et de Saint-Sylvestre renferment non seulement de la topaze microscopique, mais des cristaux nets, bien que non isolables, de ce minéral. Limités par g^3 (120) et p (clivages), ils atteignent 1 cm. de diamètre ; ils ont l'opacité de la *pyrophysalite* et, dans la carrière du Coudier en Larmont, ils jouent le rôle de phénocristaux au milieu de la lépidolite rose en petites lamelles.

Allier. J'ai signalé, page 221 du tome II, l'existence de petits frag-ments de topaze dans les produits lourds du lavage du kaolin d'Echassières. Depuis lors, j'ai étudié un fragment lamelleux du même minéral, provenant du gisement voisin des Colettes et constituant une véritable roche avec de la cassitérite fibrobacil-laire et des octaèdres de néotantalite.

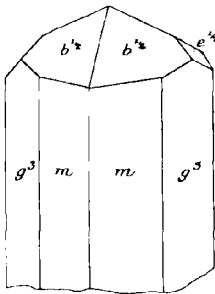


Fig. 2.
Topaze de Roumiga.

Pyénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai rencontré sur un cristal de fluorine blanche de Roumiga (tome II, p. 782) des cristaux incolores de topaze (2 mm.) remarquables par leur netteté : ils pré-sentent les formes : $mg^2 b^{1/2} e^{1/2}$ (fig. 2).

Madagascar. — De gros cristaux roulés et limpides de topaze incolore se trouvent dans les alluvions d'Ifempina, près Ambositra.

DATHOLITE (T. I, p. 74).

Algérie. — *Constantine.* M. L. Gentil a décrit (*B. S. M.* XVII. 85. 1894) des cristaux de datholite tapissant les druses de l'andésite quartzifiée de Bou Serdoun, près Collo. Les cristaux présentent les formes suivantes : p (001), h^1 (100), h^3 (210), e^1 (011) a_3 ($\bar{2}11$) et γ = ($d^{1/2} d^{1/6} h^1$) (421) ; leur densité est de 2,995. Dans le même gise-ment, mais dans des géodes distinctes des précédentes, se trouve une pennine blanche.

Vosges. — *Alsace.* M. Ungemach a complété l'étude cristallogra-phi-que sommaire de la datholite de Sainte-Marie-aux-Mines, que j'ai donnée page 77 du tome I.

Il a retrouvé (*B. S. M.* XXXIII. 397. 1909) mes deux types, 1° cristaux peu allongés suivant l'axe vertical, mais présentant de nombreuses faces prismatiques bien développées, 2° cristaux avec réduction des faces prismatiques et *p* (001) souvent très développé; il existe de nombreuses pyramides. Mais, en outre des formes que j'ai signalées, il en a

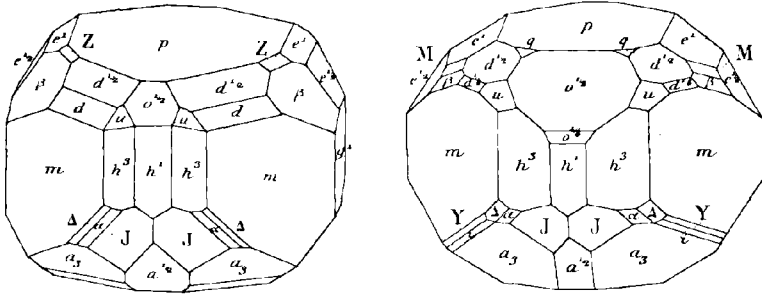


Fig. 1 et 2.
Datholite de Sainte-Marie-aux-Mines (Type I).
d (fig. 1) = $d^{1/4}$.

observé de nombreuses autres, dont la liste est ci-jointe et dont plusieurs sont nouvelles pour l'espèce: g^1 (010), g^3 (120), e^2 (012), $o^{3/2}$ (203), $o^{1/2}$ (201), $o^{1/4}$ (401), $a^{3/2}$ (203), $a^{1/2}$ (201), $a^{1/4}$ (401); d^1 (112), $d^{3/2}$ (113), $d^{7/4}$ (227), $d^{1/4}$ (221) $d^{1/6}$ (331); $Z = (d^1 b^{1/3} g^{1/2})$ (122), $\Phi = (d^1 d^{1/3} h^1)$ (211), $\varphi = (d^{1/2} d^{1/4} h^1)$ (311), $\mu = (b^{1/3} b^{1/5} h^1)$ (411),

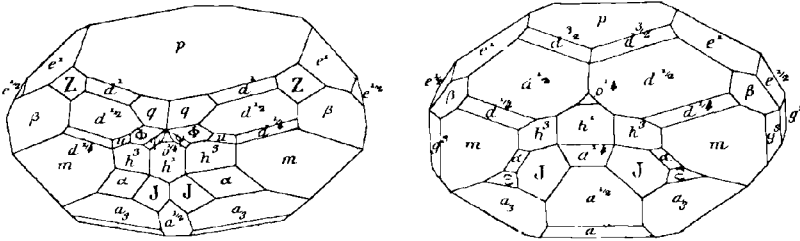


Fig. 3 et 4.
Datholite de Sainte-Marie-aux-Mines (Type II).

La face *p* (001) est souvent plus développée que dans ces figures: a (fig. 4) = $a^{3/2}$.

$B = (b^{1/5} b^{1/7} h^1)$ (611), $q = (d^1 d^{1/3} h^{1/3})$ (213), $\theta = (b^1 b^{1/3} h^{1/2})$ (212), $M = (d^{1/2} b^{1/4} g^{1/2})$ (132), $u = o_5 = (d^1 d^{1/5} h^1)$ (321), $\varepsilon = (b^{1/5} b^{1/5} h^{1/4})$ (10. 5. 4), $a_3 = (b^1 b^{1/3} h^1)$ (211), $i = a_5 = (b^1 b^{1/5} h^1)$ (321), $Y = a_7 = (b^1 b^{1/7} h^1)$ (431), $J = (b^{1/2} b^{1/4} h^1)$ (311), $\Delta = (b^{1/2} b^{1/8} h^1)$ (531).

Les figures 1 à 4 représentent quelques-unes des combinaisons

1. Dans les figures 1 et 3, les faces non notées au-dessous de a_3 sont θ (212).

signalées par M. Ungemach, mais elles ont été redessinées, de façon à leur donner l'orientation adoptée dans le tome I¹.

Nouvelle-Calédonie. — Un épais filon de datholite lamellaire ou compacte, dans laquelle je n'ai vu aucun cristal, se trouve dans une porphyrite altérée de la vallée de Méa, près de Kouaoua ; cette datholite renferme de petites poches de scheelite blanche, qui ne s'en distingue, au premier abord, que par sa grande densité.

TOURMALINE. (T. I, p. 78).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* M. Brézier a signalé (*Bull. Soc. Sc. méd. Ouest*, XVII. 89. 1908) des cristaux bacillaires incolores ou laitieux, cannelés, de tourmaline, avec cristaux de fluorine, d'orthose et de quartz, dans les cavités des pegmatites de la carrière du Chardonnet, au sud du bourg du Pertre.

Côtes-du-Nord. Des cristaux de tourmaline noire se trouvent avec apatite au Moulin de Kerlan en Rostrenen et à Plougernevel.

Finistère. De gros cristaux noirs se trouvent à Saint-Ei, Kerudunic, dans les bois longeant la route de Douarnenez à Audierne (km. 4, 5 et 6 de Douarnenez).

Morbihan. A Guiscriff, masses de tourmaline brune finement fibreuse à éclat soyeux extrêmement vif.

Vendée. — *Vendée.* La collection du Muséum possède une plaque de pegmatite avec longues aiguilles cannelées de tourmaline atteignant 20 cm. de longueur ; elle est indiquée comme provenant de la côte vis-à-vis la Budelière (arrondissement des Sables). Aux Sables-d'Olonne, sur la côte près du déversoir Touchet, M. Lallier a trouvé des cristaux bipyramidés ($d^1 p$) de tourmaline brune raccourcis suivant l'axe vertical, mesurant 4 cm. de plus grande dimension ; ils sont engagés dans le micaschiste.

De très gros cristaux de tourmaline noire se rencontrent dans les pegmatites de Chambretaud.

1. M. Ungemach s'est servi en effet d'une forme primitive différente, dont voici la correspondance avec la mienne :

Lx.		Lx.
h^1 (100) =	p (001)	$o^{1/2}$ (201) = o^2 (102)
p (001) =	h^1 (100)	$a^{1/4}$ ($\bar{4}01$) = a^4 ($\bar{1}04$)
g^1 (010) =	g^1 (010)	$d^{1/2}$ (111) = $d^{1/2}$ (111)
e^2 (012) =	h^3 (210)	$d^{3/2}$ (113) = (311), etc.
g^3 (120) =	$e^{1/2}$ (021)	

Pyrénées. — Depuis la publication du tome I, j'ai montré (*B. C. F.* VI. n° 42. 1895) la grande généralité de la formation de la tourmaline brune dans les calcaires secondaires métamorphisés par les lherzolites et parfois par les ophites, dont j'ai donné d'ailleurs déjà des exemples (page 105).

Hautes-Pyrénées. J'ai recueilli des tourmalines d'un bleu foncé (4 à 5 cm.) dans la pegmatite du col d'Oncet (massif du Pic du Midi de Bigorre).

Ariège. Dans les contacts granitiques du Roc Blanc, j'ai trouvé des agrégats de petites aiguilles de tourmaline noire, englobés dans de grandes masses clivables de calcite.

La tourmaline tapisse de ses larges rosettes les fentes des roches basiques du Sud d'Orlu, que je regarde comme dues à l'endomorphisme du magma granitique.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsandaux a retrouvé (*B. S. M.* XXIV. 429. 1901) le gisement de rubellite des environs de Brassac, cité tome I, page 94, d'après de Boucheporn. Ce gisement se trouve à l'éboulis du Clap, près de Castelnau-de-Brassac. Un filon de pegmatite, traversant le gneiss, renferme sur ses salbandes de gros cristaux de béryl, de tourmaline d'un bleu sombre ou d'un vert foncé, avec de la muscovite et un peu de biotite. Dans sa partie axiale, le filon a subi une altération profonde ; les feldspaths sont remplacés par de la muscovite, du quartz, de l'albite, de l'apatite violette, puis peu à peu la roche passe à une sorte de greisen à lépidolite et rubellite, avec un peu de béryl, d'apatite, des lamelles d'autunite.

La rubellite forme des agrégats bacillaires, atteignant 6 cm., dont les extrémités ou le centre sont parfois bleuâtres ou verdâtres. Cette rubellite, dont la densité est de 2,99, rappelle celle de Rosena en Moravie ; elle est quelquefois pseudomorphisée en lépidolite et quartz.

Aveyron. De magnifiques masses bacillaires de tourmaline, atteignant 10 cm. \times 7 cm., se trouvent dans une pegmatite, avec orthose, quartz, muscovite, à 100 mètres au Nord du village de Castailhac ; cette tourmaline (densité 3,19) est extrêmement pléochroïque dans les teintes noires et d'un jaune clair ; elle paraît assez homogène pour pouvoir être utilisée pour l'optique (Arsandaux, *B. S. M.* XXIV. 432. 1901).

La collection du Muséum renferme des aiguilles de tourmaline noire provenant d'une pegmatite rose de Maison Neuve en Buisson ; elles sont groupées à axes parallèles et atteignent 30 cm.

Loire. M. Gonnard m'a signalé de très petits cristaux rouge lilas de tourmaline dans la pegmatite du Vizézy au km. 10 de la route de Saint-Bonnet-le-Courreau à Monbrison. Ils sont accompagnés de gigantolite, d'apatite, de quartz et de microcline.

Rhône. A Lozanne, des cristaux bipyramidés de tourmaline sont quelquefois inclus dans des lames de muscovite.

Saône-et-Loire. J'ai examiné récemment un très beau cristal de tourmaline de Charmasse, près Mesvres, terminé par *p* avec une très petite face *a*¹.

M. de Chaignon a signalé (*Bull. Soc. sc. nat. Autun*, XXII, proc.-verb. 102. 1909) aux Brosses-de-Coux près Saint-Symphorien-de-Marmagne, une tourmaline bleue compacte, semblable à celle du Chapey, décrite dans le tome I.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Les pegmatites du Brévent renferment de gros cristaux de tourmaline souvent brisés, parfois transformés en muscovite : la tourmaline est fréquente dans toutes les pegmatites du massif du Mont Blanc.

Algérie. — *Alger.* Aux gisements de tourmaline des calcaires cités page 109, il faut encore ajouter Rovigo et Derrag, où se trouvent de jolis cristaux jaunes semblables à ceux de l'oued Arrach. M. L. Gentil en a cité plusieurs autres dans sa thèse.

Afrique Occidentale. — *Haut-Sénégal-Niger.* La tourmaline se trouve à Kohanho, dans le Lobi.

Côte d'Ivoire. M. Chevalier m'a remis de beaux échantillons de tourmaline noire provenant du pont d'Agbo et d'Erymakougnié, sur la ligne du chemin de fer ; ils se trouvent dans des filons de quartz.

Dahomey. La tourmaline n'est pas rare dans les pegmatites de cette région. M. Hubert en a signalé à Maka (avec muscovite), à Kouandé dans le cercle de Djougou, dans les micaschistes de l'Atacora, à Saoré, Diguidirou, Carnotville (*Mission au Dahomey.* 1908. 508).

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) la tourmaline dans les pegmatites des environs de Ba-Xat, de Nguyen-Binh, de Cao-Bang.

Madagascar. — Depuis la publication du tome I, j'ai recueilli de très nombreux documents sur les tourmalines polychromes, que je

n'avais fait que signaler en 1893. Dès la conquête de l'île, j'en ai fait tailler et exposer une série dans la galerie du Muséum et engagé les prospecteurs à explorer pour la recherche des gemmes la région du Mont Bity ; j'avais appris en effet que c'est de là que provient le cristal de rubellite décrit page 104.

Depuis quelques années, de nombreux gisements renfermant un type de pegmatite, riche en tourmaline et autres pierres transparentes, ont été découverts dans les provinces d'Imerina et du Betsileo (districts de Vakinankaratra, d'Ambositra et de Fianarantsoa) ; plusieurs d'entre eux sont ou ont été exploités pour l'extraction des gemmes. J'ai successivement décrit leurs produits dans diverses notes (*Bull. Muséum* 1899. 318 ; in *Madagascar au XX^e siècle*, 1902, 96 et surtout *B. S. M.* XXXI. 218. 1908 et XXXIII, 37, 1910) ; je dois les riches matériaux étudiés à MM. Fürst, Baret, Mouneyres, Buhan, Villiaume, Tirlet et Dabren. Depuis lors, MM. Duparc, Wunder et Sabot, ont publié (*Mém. Soc. phys. Genève* XXXVI. 283. 1910) un mémoire sur la même question.

Voici tout d'abord une liste des principaux gisements explorés, qui est destinée d'ailleurs à s'augmenter rapidement ; un grand nombre d'entre eux ont été signalés déjà par M. Dabren d'après des échantillons parvenus au Service des mines de la Grande Ile (*Bull. Econ. Madagascar*, 4^e sem. 1906).

Vakinankaratra (S. de l'Imerina). La plupart des gisements se rencontrent de l'ouest au sud et au sud-est d'Antsirabé.

Ouest d'Antsirabé : Massif de la Vohitra ; Antsangambato sur le plateau d'Analalava, et, près de là, Tetezantsio ; Ambohimanjaka (N.-E. de Betafo) ; Betafo et ses environs ; Mont Trafo ; Mont Angorogorodona ; Tongafeno ; région de l'Olotsingy (notamment Anjanabonoïna), etc.

Au Sud-Ouest d'Antsirabé : Mandrarivo (à 12 ou 13 km.) et ses environs (Ataboka, Fatihita, Tetehina, Ambatolampy, flanc sud-est du mont Tsaravovona).

Au Sud d'Antsirabé, se trouve le massif du Mont Bity (Ibity), autour duquel se pressent toute une série des plus importants gisements ; sur son flanc ouest, dans la vallée de la Sahatany, affluent de la Manandona, le mont Andrianampy, le mont Manitra : il faut faire une mention spéciale pour les filons exploités à Maharitra et dans son voisinage (plus à l'ouest à Ampasihiatra et au nord-ouest à Ambalaroy et à Ano-

sivolo), et au sud, la montagne de Vohidahy, puis plus au Sud encore, en amont du confluent de la Sahatany et de la Manandona et près des gorges de celle-ci, Tsilaizina et ses environs (Maroando, Tsaratanana, Tsimananana, Tsimanankarana), enfin sur l'autre rive de ce fleuve et plus au sud, Antandrokomby, Antanimenabé et Ambavatapia. A citer encore à l'est du Bity, Ambohiponana, Tompobohitra, le pic de Vohimarina ; Ambohimanarivo ; le pic de Vorondolo ; les sources de la Sahatoarendrika, ainsi que Sahanivotry, Sakalina, Marorano (rive gauche de la Manandona à l'est-sud-est du Bity).

Enfin, au sud-est d'Antsirabé, la région de Fisahanana jusqu'au mont Ambatondrangy.

District d'Ambositra (nord-est du Betsileo). Itremo¹ ; Ilaka, à 5 ou 6 km. au nord-ouest d'Ambositra sur la montagne Antanandravolo ; région d'Ambatonjirika ; le mont Ambero près du village ; le mont Andalona au sud-ouest d'Ambositra et à 50 km. environ de cette localité ; Ambondromany et Fiherenana ; Ifempina auprès des sources du Mananjara, au sud-est.

Région de Fianarantsoa. Tsamandava ; dans le nord-ouest, le mont Tsiazo, à l'ouest de Mody sur la Matsiatra ; le mont Vohibarika ; dans le nord-ouest, les monts Marovato et Vohindolo ; dans le sud-sud-est, le mont Tsitondroina, les monts Hiaranany ; enfin la rivière Sarobidy, affluent de gauche du Manandranofotsy, qui contourne le versant occidental des monts Hiaranany et Vohindolo (tourmaline bleu foncé).

Il y aurait certainement lieu de citer aussi d'autres régions de Madagascar ; c'est ainsi par exemple que j'ai examiné des grains roulés de tourmaline d'un vert clair, provenant de la région de Fort-Dauphin dans l'extrême sud et recueillis aux environs du poste de Tsilamaha et dans l'Andohahelo.

Tous ces gisements sont très comparables au point de vue géologique, et pour donner une idée nette sur eux et sur les minéraux qu'ils renferment, il me suffira de décrire avec quelques détails deux de ceux de la région occidentale et méridionale du Mont Bity, sur lesquels j'ai des renseignements particulièrement précis, grâce à l'obligeance de

1. Les premiers cristaux que j'ai reçus de Madagascar avec une indication précise de gisement m'ont été envoyés en mai 1893 par M. E. Gautier. Ils ont été recueillis par lui à l'ouest du mont Itremo, au pied de la crête rocheuse séparant la Mania de la Matsiatra ; ce sont des prismes presque cylindriques terminés par e^1 . Ils sont verts à l'extérieur, rouge ou bleu très foncé (*indicolite*) au centre et sont engagés dans du quartz.

MM. Tirlet et Dabren ; de tous les gisements actuellement connus, ce sont les plus complets et les plus riches au point de vue minéralogique.

Cette région est formée par des quartzites un peu micacés, qui constituent les rides montagneuses (arête du Mont Bity notamment) et par des cipolins (à trémolite, diopside, etc.) qui paraissent être postérieurs et se trouver dans des synclinaux. Les uns et les autres sont métamorphisés par le granite ; des filons de pegmatite sont interstratifiés dans ces quartzites et surtout dans ces calcaires, dont ils possèdent la direction générale nord-sud : dans d'autres cas, ils les traversent.

Un même filon est généralement variable comme puissance, souvent hétérogène de composition et de grain, d'ordinaire à grands éléments, au moins localement ; il présente fréquemment des concentrations locales d'un ou de plusieurs des éléments ; la structure graphique n'est pas rare.

Ces pegmatites sont pauvres en micas (lépidolite ou zinnwaldite), riches en tourmaline noire, qu'accompagnent souvent et que remplacent parfois des tourmalines polychromes de toutes les teintes possibles. Leur caractéristique minéralogique réside dans la nature alcaline des feldspaths [microcline (amazonite), albite ou oligoclase-albite], dans l'abondance de minéraux borés (tourmaline, danburite, hambergite, rhodizite), lithiques (lépidolite, zinnwaldite, triphane, tourmaline, béryl rose), gluciniques (béryl, hambergite) ou à la fois lithiques et gluciniques (bityite, rhodizite), le béryl rose est parfois riche en césium : il existe des niobotantalates (hatchéttolite, microlite), des phosphates (autunite, apatite), des minéraux uranifères (hatchéttolite et autunite). Ceux de ces minéraux qui sont calciques (danburite, grossulaire, rubellite, bityite) n'ont été observés que dans les filons traversant les calcaires : peut-être sont-ils dus à une action endomorphe de contact.

Quelques gisements fournissent des roches exceptionnellement belles : à Ambohimanjaka, à l'est-nord-est de Betafo, une pegmatite est formée d'albite blanche, de quartz, de rubellite rouge foncé et de béryl bleu de Prusse. A Vohidahy, dans une pâte d'amazonite d'un vert bleuâtre pâle, de quartz enfumé et de tourmaline rose, se détachent de grandes lames de lépidolite rosée et de gros grains de spessartine orangée, cerclée de tourmaline verte et bleue.

Beaucoup de filons contiennent d'énormes géodes, vastes poches à cristaux, qui sont disposées sans ordre, tantôt dans leur partie axiale, tantôt sur leurs bords : deux géodes voisines peuvent renfermer des minéraux drusiques différents.

Les minéraux, qui servent d'éléments essentiels à la roche, à l'inverse de ceux des cavités, n'ont souvent pas de formes géométriques distinctes ; par suite de la kaolinisation très fréquente des feldspaths, la plupart d'entre eux sont mis en liberté à la surface du sol, où on les rencontre en fragments anguleux à aspect brisé : c'est sous cette forme qu'ils ont été tout d'abord connus. Dans d'autres cas, ils sont extraits (béryl, triphane) du kaolin ou de l'halloysite en fragments à surface brillante, creusée de profondes cavités de corrosion, régulières ou non.

Les gisements sont remarquables par les dimensions colossales qu'y prennent la plupart des minéraux, aussi bien ceux des druses que ceux entrant dans la constitution normale de la pegmatite.

Les filons sont parfois nombreux dans un même gisement, mais leur minéralisation et la nature de celle-ci varient fréquemment de l'un à l'autre. Je prendrai pour exemples deux localités, dont j'ai étudié un nombre considérable d'échantillons.

A Maharitra, les filons se trouvent au nord du village. Le plus intéressant, orienté nord-nord-ouest et mesurant 30 m. d'épaisseur, est encaissé dans les cipolins ; il a été reconnu sur plus de 400 m. La pegmatite y est à très grands éléments et contient de nombreuses cavités, riches en fort gros cristaux de quartz enfumé, de microcline, de tourmaline noire et de tourmalines polychromes : certaines de ces géodes ont fourni jusqu'à 16 kg. de rubellite ; la caractéristique des tourmalines de ce gisement réside dans la grande abondance des cristaux de couleur claire, zonés et munis de terminaisons distinctes. Ce même filon renferme du béryl de diverses couleurs et notamment la variété vorobejvite, de la lépidolite, des grenats, de la danburite, de la hambergite, de la bityite et enfin du triphane incolore (qui se trouve aussi dans la carrière voisine d'Ampasihiatra, en même temps que de magnifiques cristaux de rubellite de couleur très foncée, etc.). C'est de ce filon que proviennent la plupart des minéraux, qui doivent rendre ce gisement classique.

A 1500 m. plus à l'Ouest, un filon de pegmatite à éléments moyens, encaissé dans les schistes micacés, contient surtout de la rubellite, mais en cristaux petits et rares. A 800 m. plus au Nord, un filon du même type renferme, en outre, du béryl bleu de ciel ou vert. A l'est du gisement principal, mais dans les micaschistes, s'en trouve un autre, constitué par une pegmatite à grands éléments : à l'inverse de ce qui s'observe dans les précédents, la tourmaline, généralement enveloppée

dans du quartz enfumé, y est très fissurée et impropre à la joaillerie. Enfin, au Nord-Est, existe un autre filon, dans lequel la tourmaline, en longues baguettes d'un vert olive, est englobée par du quartz blanc. Dans la même région, abondent aussi des filons de pegmatite à quartz rose contenant de la tourmaline noire.

À Antandrokomby, la plupart des filons ont une direction Est-Ouest : ils sont engagés dans des cornéennes, alternant avec des cipolins. Trois d'entre eux, espacés d'une centaine de mètres, ont été explorés ; ils ont respectivement 1 m. 50 et 0 m. 40 d'épaisseur et ont été suivis sur plus de 700 m. La tourmaline noire y abonde, ainsi que les variétés vertes, brunes, etc., mais ce gisement fournit surtout d'admirables rubellites d'un rouge sombre, qui se trouvent fréquemment dans

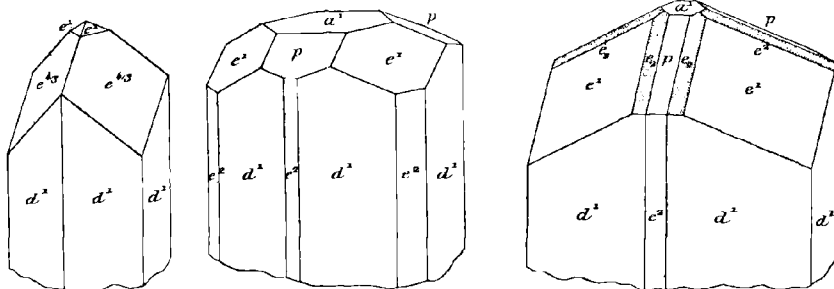


Fig. 1 et 2.
Rubellite de Mahariitra.

Fig. 3.
Rubellite des environs de Batafo.

des géodes en cristaux bipyramidés : la tourmaline d'un vert bleuâtre s'accumule parfois au contact immédiat avec le calcaire. Il faut noter en outre, comme élément essentiel, du triphane opaque, concentré sur les bords des filons et englobant des cristaux de rhodizite et de microlite.

Dans ces gisements et dans ceux de la même région, la tourmaline noire a généralement des formes simples, d^1 (facies hexagonal) ou $1/2 e^2$ (facies triangulaire), dominants ; e^1 est la terminaison la plus fréquente, avec ou sans p , a^1 , b^1 . J'ai observé un cristal drusique très allongé, implanté sur quartz et provenant d'Ambalaroy, qui est terminé à une extrémité par p et à l'autre par p et b^1 ; de petits cristaux d'Amphoinana, à facies hexagonal, englobés dans la muscovite sont au contraire raccourcis suivant l'axe c et terminés par p . Ces cristaux noirs ne présentent pas de particularité remarquable, sauf parfois leurs très grandes dimensions (Ambalaroy, Tongafeno) ; ils peuvent atteindre plusieurs décimètres de longueur et quelques kilogrammes en poids.

Les cristaux de tourmalines polychromes sont plus intéressants : souvent ils sont complètement ou partiellement homogènes et transparents ; ils fournissent alors de fort belles pierres, utilisées pour la joaillerie ; c'est leur recherche qui a déterminé l'exploitation de ces pegmatites.

Ils ont communément plusieurs centimètres de longueur et peuvent atteindre d'énormes dimensions, tel l'un d'eux (rubellite), provenant de Maharitra, qui pèse 5 kg. 840 et mesure 38 cm. suivant l'axe vertical et 9 cm. de diamètre. Il en existe de plus gros encore, comme ceux provenant d'Anjanaboina, à l'ouest-sud-ouest de Betafo ; ils sont alors peu allongés suivant l'axe vertical et de grand diamètre ; celui, dont une section est représentée par la figure 12, pèse 3 kg. 4 et mesure 11 cm. de hauteur sur 13 cm. de diamètre. J'ai vu un cristal brisé du même gisement, dont le poids atteint 15 kg.

Ces cristaux sont en moyenne pauvres en formes terminales : j'ai observé les suivantes, classées d'après leur situation aux pôles antilogue ou analogue. Dans la zone verticale, c'est soit a^1 (cristaux à section hexagonale), soit $1/2 e^2$ (cristaux à section triangulaire) qui domine : ils sont parfois accompagnés de prismes, difficiles à préciser, à cause de leurs profondes cannelures, cependant k (4150) est parfois distinct.

Pôle antilogue	Pôle analogue
$1/2 a^1$ (0001)	$1/2 a^1$ (000 $\bar{1}$)
$1/2 p$ (1011)	$1/2 p$ (101 $\bar{1}$)
$1/2 e^{1/2}$ (01 $\bar{1}$ 1)	
$1/2 h^1$ (01 $\bar{1}$ 2)	$1/2 b^1$ (0 $\bar{1}$ 1 $\bar{2}$)
$1/2 e^1$ (02 $\bar{2}$ 1)	$1/2 e^1$ (0 $\bar{2}$ 2 $\bar{1}$)
$1/2 e^{2/3}$ (07 $\bar{7}$ 2)	
$1/2 e^{3/2}$ (05 $\bar{5}$ 1)	
$1/2 e_2$ (12 $\bar{3}$ 2)	
$1/2 e_{1/2}$ (1341)	
$1/2 e_{1/3}$ (24 $\bar{6}$ 1)	

La richesse en faces du pôle antilogue est un fait général dans la tourmaline ; mais ici elle est due particulièrement à ce fait que les cristaux sont presque toujours attachés à leur gangue par le pôle analogue, et que, dans ce cas, seul le pôle antilogue est distinct. C'est ainsi que sur 130 cristaux de 2cm. à 2cm.5 de longueur (Maharitra) que j'ai examinés, 126 sont terminés par le pôle antilogue avec e^1 prédominant ; sur ce nombre, 70 (cristaux d'un vert bleuâtre ou rosâtre) présentent, en outre, $e^{3/2}$; sur les autres (cristaux mi-roses et mi-verts),

$e^{4/3}$ est plus ou moins développé. Les faces $e^{4/3}$ sont souvent striées parallèlement à leur intersection avec e^1 ; celles de $e^{3/2}$ sont ternes et n'ont pu être mesurées qu'en collant une lame de verre à leur surface. Sur les cristaux de Maharitra, le rhomboèdre p est rare au pôle antilogue.

	Angles	
	calculés.	mesurés.
$\left[\begin{array}{l} e^1 e^{4/3} \\ e^1 e^{3/2} \end{array} \right.$	164°53'	164°36'
	167° 6'	166°43' à 56'

Parmi les formes indiquées plus haut, une mention spéciale est due au rhomboèdre, relativement rare, $e^{1/2}$; il forme des facettes très brillantes sur de beaux cristaux très verts d'Ampasihiatra et de Maharitra, parfois teintés de rose, dans lesquels il est associé à e^1 (dominant), a^1 et d^1 , avec $e^{1/2}$ très réduit (fig. 4).

	Angles	
	calculés.	mesurés.
$\begin{array}{l} a^1 e^{1/2} \\ e^{1/2} e^1 \end{array}$	152°40'	152°38'
	161°23'	161°24'

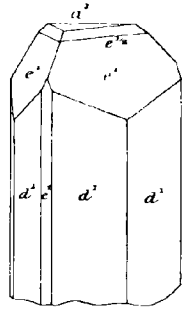


Fig. 4.
Tourmaline rose et verte
d'Ampasihiatra
(Facies hexagonale).

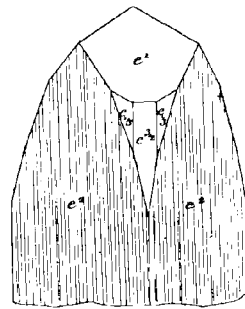


Fig. 5.
Tourmaline verte de Maharitra
(Facies triangulaire).

Les faces e_2 sont généralement ternes : je les ai rarement observées dans les cristaux de la vallée de Sahatany, mais je les ai vues bien développées sur des cristaux de rubellite ($e^1, e_2, p, a^1, e^2, d^1$) des environs de Betafo (fig. 3).

J'ai rencontré $e_{4/3}$ (2461) à faces larges, mais ternes sur de gros cristaux vert foncé de Maharitra (fig. 5), dont toutes les faces du sommet sont d'un jaune pâle ($e^1 e_{4/3} = 151°59'$ obs., $14'$ calc.).

Les cristaux sont exceptionnellement bipyramidés ; tel est le cas pour d'admirables échantillons de rubellite rouge foncé d'Antandro-

komby et d'Ampasihiatra (fig. 6 à 9), dont le pôle analogue est constitué par p et e^1 , et le pôle antilogue, soit par e^1 seul, soit par a^1 (face large

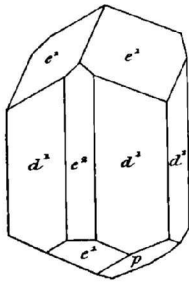


Fig. 6 et 7.
Rubellite d'Antandrokomby.

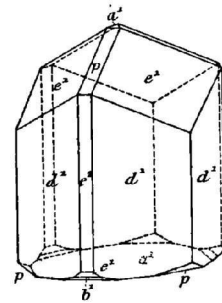
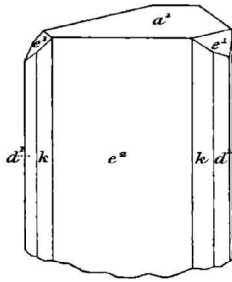


Fig. 8.
Rubellite d'Ampasihiatra.

et brillante) avec e^1 , ou bien avec p , e^1 , b^1 . Ces cristaux de rubellite sont quelquefois réguliers (Ampasihiatra), mais plus fréquemment ils

offrent des irrégularités dans le développement de leurs faces. Ils sont parfois aplatis suivant une face e^2 , ce qui entraîne une exagération dans le développement de certains plans du sommet ; dans d'autres cas, cette dernière particularité est seule réalisée, sans aplatissement spécial. La disposition la plus générale consiste alors dans l'hypertrophie d'une face e^1 , en zone avec une très petite face a^1 et une face p linéaire ; les deux autres faces e^1 sont réduites ; cette anomalie est réalisée dans un admirable cristal de rubellite rouge foncé (Maharitra) de la collection du Muséum, qui pèse 419 gr. et mesure 8 cm. \times 7 \times 5.

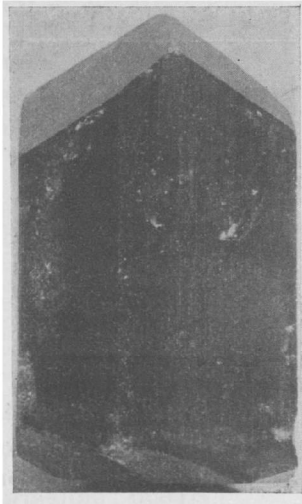


Fig. 9.
Cristal bipyramidé de rubellite d'Ampasihiatra. (Photographie grandeur naturelle.)

Les cristaux de couleur pâle, qui sont les plus abondants à Maharitra, sont en général plus réguliers, mais il y a des exceptions, c'est ainsi que la figure 10 représente un cristal rosé et grisâtre, à aspect monoclinique par suite de l'existence

dans son pointement d'une seule face b^1 (0112), bordée par deux faces p ; toutes trois sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle.

Ces tourmalines présentent d'extrêmes variations de couleur, non seulement dans les individus provenant d'un même gisement, mais dans un même cristal. Il n'y a guère que certains de ceux de rubellite rouge rubis foncé, dont la couleur soit quelquefois parfaitement homogène dans toute l'étendue d'un individu cristallin. Quelques-unes de ces rubellites provenant d'Antandrokomby, ont un aspect aventureux, grâce à de nombreuses inclusions de lépidolite.

Le plus souvent, un même cristal possède deux ou plusieurs couleurs ; rouge (du rouge rubis au rose le plus pâle), jaune, brun, orangé, vert, bleu, gris ou même presque incolore ; parfois les couleurs d'un même cristal restent dans les nuances voisines, mais l'inverse est souvent réalisé.

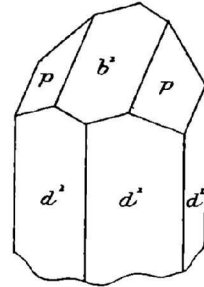


Fig. 10.
Tourmaline à développement anormal. Mahariitra.

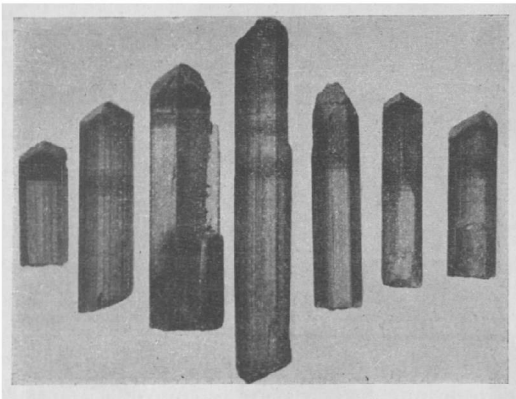


Fig. 11.
Tourmalines de Mahariitra, offrant une dissymétrie de coloration par rapport à l'axe vertical ; les parties claires sont roses, les autres (pôle antilogue) vertes. (Photographie grandeur naturelle.)

Ces variations de coloration, fort intéressantes au point de vue minéralogique, rendent fréquemment de belles pierres inutilisables pour la joaillerie¹ ; elles sont soumises d'ailleurs à quelques règles ; j'ai observé en effet les principaux cas suivants :

Disposition dissymétrique par rapport à l'axe vertical. La coloration peut être disposée d'une façon dissymétrique aux deux

1. Les pierres utilisées pour la joaillerie sont celles qui ont une couleur homogène ; celles d'un rouge rubis ont la plus grande valeur, pouvant atteindre 60 fr. le carat. Ce sont les variétés jaunes et particulièrement celles d'un jaune d'or, rappelant la cymophane (chrysobéryl), qui sont les plus spéciales à Madagascar.

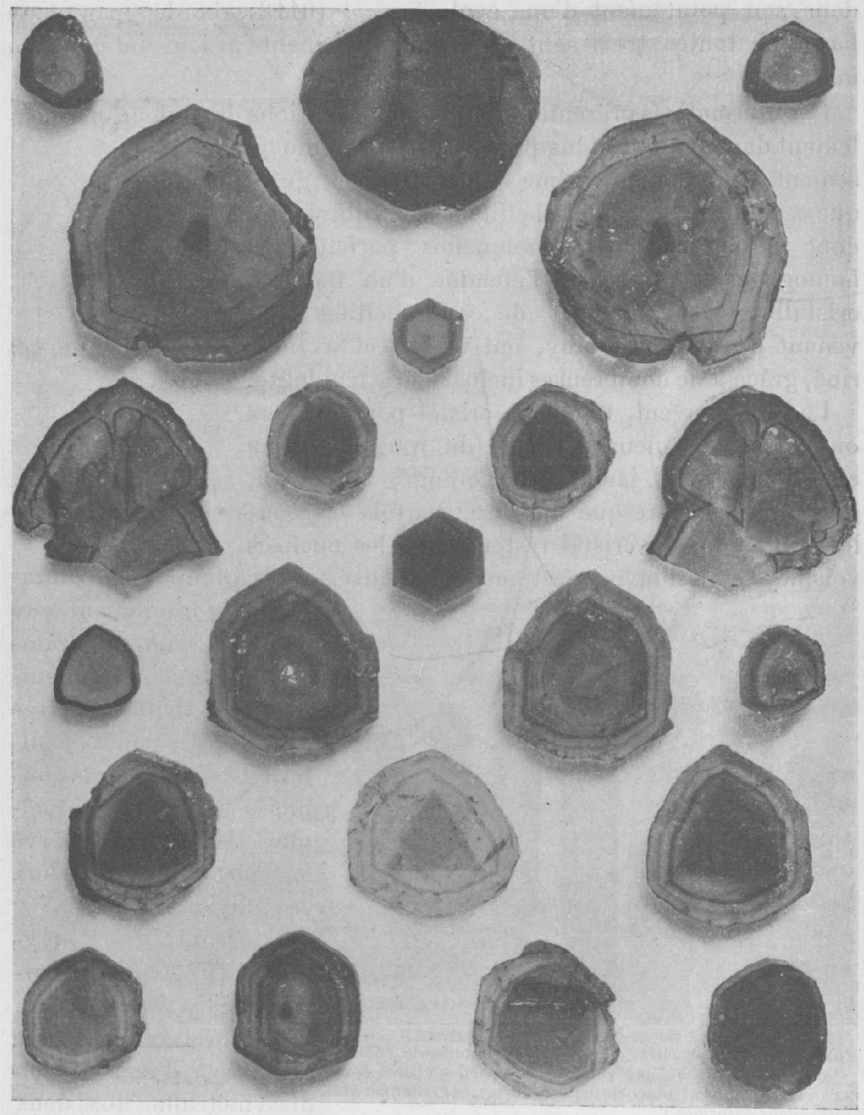


Fig. 12.

Sections transversales de tourmalines de Mahariira présentant divers types de disposition concentrique, avec ou sans division en secteurs. Les parties foncées sont vertes ou rouge sombre, et plus rarement d'un jaune verdâtre et les claires, rosées. (Photographie à peu près grandeur naturelle.)

extrémités du cristal, en rapport avec son hémimorphisme ; un des cas les plus fréquents est celui dans lequel le pôle antilogue, terminé par e^1 , est vert et le pôle analogue, par lequel le cristal est fixé sur sa gangue, rose ; c'est la disposition réalisée par les jolis cristaux de Maharitra, dont j'ai parlé plus haut, ayant de 2 cm. à 2 cm. 5 de longueur et rappelant certains de ceux de l'île d'Elbe (fig. 11). Les passages d'une couleur à une autre sont brusques ou ménagés. Les tranches de couleurs différentes peuvent être encore plus nombreuses. M. Tirlet m'a signalé en particulier un cristal de grande taille (5 kg. 980), trouvé à Maharitra avec une vingtaine d'autres semblables ; tous présentaient les mêmes particularités, le sommet était rouge de cuivre, puis se voyaient ensuite des tranches d'épaisseurs inégales : bleues, d'un gris rose, d'un bleu foncé, puis rouges.

Une variante de ce cas est réalisée, quand des cristaux, par ailleurs assez homogènes comme couleur, ont seulement les faces du sommet d'une coloration spéciale. Ainsi à Maharitra, les rubellites d'un rose pâle ont souvent leurs faces e^1 , jaunes. J'ai vu une rubellite rose pâle d'Anosivolo terminée par une base d'un beau bleu.

Disposition concentrique. Le cristal est formé par des zones concentriques parallèles à l'axe vertical ; le centre, par exemple, rouge foncé homogène, est entouré par une enveloppe extérieure jaune ou verte ; la disposition inverse est moins commune ; ces zones peuvent être très nombreuses, avec récurrence des mêmes couleurs. Si les conditions de la cristallisation sont restées à peu près constantes au cours de l'accroissement, les enveloppes concentriques ont toutes la même forme ; si, au contraire, elles ont varié, certaines zones peuvent avoir une forme spéciale, être triangulaires ($1/2 e^2$) par exemple au centre, avec enveloppes extérieures formées par d^1 , avec ou sans $1/2 e^2$. Plus rarement, j'ai vu un triangle central violet foncé, enveloppé dans un hexagone de même couleur, mais plus clair, lui-même inscrit dans un prisme hexagonal verdâtre, correspondant à d^1 , alors que le précédent représentait $1/2 e^2$. Le rhomboèdre terminal peut aussi varier d'inclinaisons.

Quand le cristal possède une terminaison distincte, tantôt les rhomboèdres du sommet ont la couleur de l'enveloppe extérieure et tantôt celle du centre. J'ai entre les mains un cristal zoné, rose et vert pâle, dont la partie centrale est d'une teinte rose homogène sur une portion de sa hauteur, alors que dans une autre partie, il existe en son milieu

un rhomboèdre e^1 , vert foncé, facile à étudier, grâce à une plaque de 8 mm. d'épaisseur, que j'ai pu faire tailler parallèlement à la base.

Enfin, il existe des cristaux bacillaires à composition complexe, formés par la réunion d'individus parallèles, originellement isolés et de même couleur, plus tard réunis en un seul cristal, par un apport de matière de couleur différente.

Dans quelques cas, le cristal s'est accru par dépôt alternatif de couches diversement colorées sur les faces du rhomboèdre terminal e^1 ; il en résulte une division en trois secteurs triangulaires des sections transversales de ces cristaux encapuchonnés. Comme dans les plagioclases, le passage d'une zone à une autre se fait quelquefois d'une façon insensible quand les changements de composition du milieu ont été faibles et continus, mais si le cristal s'est accru longtemps, avec changements brusques de composition, il en résulte dans chacun des secteurs triangulaires une série de bandes successives à contours nets,

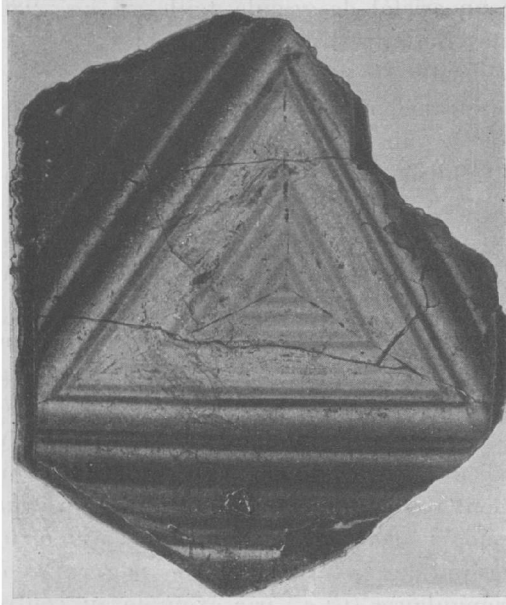


Fig. 13.

Section a^1 (0001) d'un cristal d'Anjanaboina ; les parties claires sont roses, les foncées vertes. (Réduction d'un tiers environ, d'une photographie faite par contact direct.)

bien mises en évidence dans la figure 13, réduction d'une photographie faite par contact direct de la plaque du gros cristal 1 d'Anjanabo-

1. M. Termier a signalé (*B.S.M.* XXXI. 138. 1908) des cristaux identiques et provenant du même gisement : ils possèdent en outre de e^1 , d^1 et $1/2 e^2$, les formes e_2 $e_{1/2}$ et un scalénoèdre indéterminable de la zone $e_{1/2} e^{1/3}$. M. Termier pense que le cristal s'est formé par l'accroissement d'un prisme triangulaire

noïna, dont il a été question plus haut. Généralement, comme dans cet échantillon, la cristallisation se termine par la production d'une enveloppe uniforme, parallèle à l'axe vertical.

J'ai vu plusieurs exemples des secteurs triangulaires présentant une autre disposition ; ils sont déterminés dans une section basique par des traits rouges, se coupant suivant des angles de 120° . En examinant des plaques suffisamment épaisses, on voit que ces traits correspondent à l'intersection de plans colorés, parallèles à l'axe vertical ; ils ne peuvent donc plus s'expliquer par des dépôts produits sur des faces rhomboédriques comme les précédents ; leur interprétation est fournie par des cristaux de Maharitra, dont les arêtes culminantes e^1 sont remplacées par une gouttière, limitée par de petites facettes e^1 ; le cristal, en apparence simple, est, par suite, constitué par le groupement régulier de trois cristaux fournissant chacun l'une des faces e^1 de l'assemblage. Si l'on imagine que les plans de jonction de ces trois cristaux soient colorés en rouge, la section transversale de leur groupement fournit l'apparence qu'il s'agit d'expliquer ; par leur disposition, ces groupements sont à comparer à ceux de calcite représentés par la figure 137 de la page 500, du tome III.

Ces divers cas de structure sont bien mis en évidence par la figure 12, qui reproduit la section basique de quelques-uns des cristaux que j'ai étudiés. Dans un cristal très allongé, on peut quelquefois observer les deux cas principaux de disposition concentrique qui viennent d'être étudiés, suivant qu'on les taille près ou loin d'un sommet rhomboédrique.

Il me reste à signaler l'assez grande fréquence de cristaux limpides, dont les faces rhomboédriques sont opaques, mais brillantes.

Comme autre accident de structure, j'indiquerai la fréquence de la structure cylindroïde, dont il a été incidemment question plus haut : elle se trahit soit dans la zone verticale seulement, soit dans celle-ci et sur les sommets ; cette particularité est extrêmement fréquente dans les cristaux de Maharitra. Il en est de même pour la structure fibreuse ;

à zones concentriques parallèles à l'axe vertical, plus tard corrodé pour donner naissance à un prisme hexagonal. L'exactitude de mon interprétation peut être mise en évidence par l'examen de sections parallèles à l'axe vertical de ces cristaux et aussi de sections transversales : on voit dans ces dernières notamment que les bandes successives de chaque secteur sont obliques à la lame et parallèles à une face e^1 ; j'ai même pu, dans une plaque transversale épaisse, obtenir un décollement suivant le plan de jonction de deux zones contiguës.

certains cristaux sont fibreux seulement dans une petite portion, située à l'intersection du prisme et du sommet. Il n'est pas rare, en outre, de trouver des cristaux brisés et ressoudés naturellement (fig. 14).

Enfin, j'ai observé une curieuse particularité dans des fragments de cristaux d'un vert foncé suivant c et d'un violacé sombre dans la direction perpendiculaire. Ce sont des globules un peu aplatis perpendiculairement à l'axe vertical. Sur ces surfaces d'aplatissement, on voit



Fig. 14.

Groupe de cristaux de tourmaline rose fibreuse, brisés et ressoudés naturellement. Maharitra. (Photographie grandeur naturelle.)

trois séries de cannelures venant se réunir au centre (elles correspondent sans doute aux arêtes rhomboédriques) et limitant trois secteurs triangulaires à surface courbe ; ces globules, à aspect perlitique, ont été obtenus en brisant l'extrémité supérieure de gros cristaux.

Dans les géodes de Maharitra, il existe parfois deux générations de tourmaline ; la plus récente consiste en aiguilles d'un rose très pâle (avec souvent les faces c^4 jaunes) ou même incolores, parfaitement limpides ; elles forment de délicats buissons sur des cristaux plus gros du même minéral ou sur des cristaux drusiques de béryl rose.

Les tourmalines polychromes de Madagascar ne sont jamais que

localement uniaxes ; l'uniaxie est acquise par des entrecroisements de plages biaxes (plan des axes parallèle ou perpendiculaire au côté extérieur des secteurs triangulaires), dans lesquelles l'écartement des axes peut être relativement assez grand ($2E$ peut atteindre 25° environ). Cette biaxie n'est le propre d'aucune couleur spéciale ; elle ne m'a pas paru varier d'une façon systématique dans un même cristal avec les changements de couleurs. Elle n'est pas liée davantage à une structure plutôt qu'à une autre ; on l'observe aussi bien dans les cristaux divisés en secteurs que dans ceux qui n'en présentent pas.

Tout récemment, MM. Duparc, Wunder et Sabot ont décrit (*Arch. sc.*

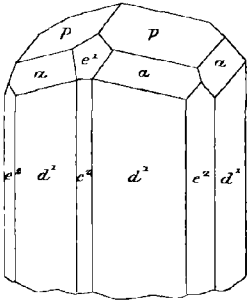
phys. nat. Genève. XXIX. 62. 1910 et op. cit.) des cristaux du genre des précédents provenant de gisements plus ou moins voisins, mais distincts de ceux que j'ai étudiés : ils se trouvent dans les mêmes conditions géologiques, et sont simples de forme : Antsangambato, 1° cristaux à section triangulaire portant le prisme k (4150), avec $1/2 e^2$, d^1 , et terminés par $a^1 e^1$ ou pe^1 ; 2° rubellite d'un rouge-rubis, comme celle d'Antandrokomby en cristaux bipyramidés : d^1 (dominant), $1/2 e^2$, terminés par e^1 et par $e^1 p$, de Moroandro, de Tsilaizina [tourmalines de couleurs claires et variées, zonées comme celles de Maharitra ; un seul cristal a été trouvé, il est terminé par $e^{1/3}$ (0772) ; elles accompagnent le béryl rose et la spessartine] ; Ambondromany (rubellite foncée). La figure 15 représente, d'après ces savants, mais avec une interprétation différente, une tourmaline noire des environs d'Ambositra, portant le scalénoèdre $u = (b^1 17 d^1 18 d^1 12)$ (2351) [u u s. $e^x < 2$ 137°24' ; s. $e^x > 2$ 113°58' ; pu 147°2'].


Fig. 15
Tourmaline d'Ambositra.

Les savants genevois ont publié les analyses suivantes montrant que ces tourmalines sont plus riches en sodium qu'en lithium, que les rouges et les roses sont plus calciques et moins manganésifères que les jaunes, les brunes et les vertes : comme toujours, les types noirs sont très ferrifères, mais ils sont en outre, eux-aussi, riches en manganèse.

Antsangambato : a rouge foncé ; b rouge plus clair.

Maroando : c rose.

Antaboka ; d rouge.

Tsilaizina : e rose ; f jaune-paille ; g brune ; h noire.

	a	b	c	d	e	f	g	h
SiO ₂	37,72	37,78	37,06	37,29	37,52	36,77	33,79	35,54
Al ₂ O ₃	41,14	41,25	40,53	38,91	40,08	39,12	40,06	37,43
Fe ₂ O ₃	0,65	0,42	0,40	0,78	0,40	0,58	0,61	4,07
B ₂ O ₃	9,58	9,46	11,03	10,05	10,70	9,90	10,22	10,97
MnO	1,72	1,83	1,23	0,52	0,63	5,14	5,85	5,69
MgO	0,24	0,20	0,43	0,30	0,39	0,21	0,19	0,13
CaO	0,90	1,03	2,58	4,10	2,44	0,77	0,90	0,58
Li ₂ O	1,13	1,01	0,11	1,03	0,66	0,59	0,18	0,11
Na ₂ O	2,12	2,39	0,80	0,76	1,58	1,47	1,22	1,42
K ₂ O	0,09	0,08	0,13	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10
F	0,78	0,81	1,23	1,40	1,05	1,24	0,90	0,73
H ₂ O	4,16	4,08	4,02	4,39	4,14	3,88	3,81	3,44
	400,23	400,34	99,55	99,63	99,68	99,77	99,83	100,21

Ils ont mesuré les indices suivants (Na), extraits de leur second mémoire, qui rectifie les valeurs du premier ; les échantillons mesurés ne sont pas ceux qui ont été analysés, mais ils ont la même couleur.

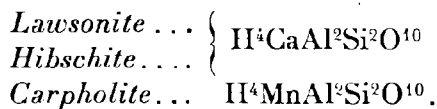
		n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E	Densité
Antsangambato	<i>a</i> rouge foncé	1,6448	1,6251	0,0197	5°32'	3,005
—	<i>b</i> rouge clair	1,6376	1,6199	0,0177	5°41'	3,013
Maroando	<i>c</i> rose pâle	1,6408	1,6246	0,0162	14° 5'	} 2,978
—	rouge	1,6394	1,6237	0,0157	8°18'	
Antaboka	<i>d</i> rouge	1,6411	1,6256	0,0155	6°20'	3,047
Tsilazina	<i>e</i> rose pâle	1,6374	1,6214	0,0160	7°33'	3,061
—	<i>f</i> jaune paille	1,6430	1,6224	0,0206	8° 5'	3,102
—	jaune plus foncé	1,6464	1,6243	0,0221	6°29'	3,111
—	jaune brun	1,6460	1,6239	0,0221	10° 6'	2,978
—	<i>g</i> brun-verdâtre	1,6470	1,6244	0,0226	8°34'	3,073
—	brun foncé	1,6481	1,6250	0,0231	7°34'	3,011
—	<i>h</i> noire	1,6525	1,6279	0,0246	0	3,127

La tourmaline noire n'est pas localisée à Madagascar dans les gisements qui viennent d'être étudiés ; elle abonde dans les pegmatites de toute l'île, mais elle paraît n'y présenter que des formes communes.

J'en ai vu de beaux cristaux provenant du mont Ambohiolo dans la région de Miandrarivo ($1/2 e^2 p b^2$), du sud-ouest du Beampihozy, affluent de la Linta (gros cristaux nets et pegmatite graphique de tourmaline et de quartz) et de Kokomba, au sud-est d'Ampotaka (pays Mahafaly), où se trouve aussi de la tourmaline finement fibreuse. Le même minéral se trouve aussi au sud d'Ankavandra, à l'ouest du Menabé (gros cristaux noirs, engagés dans le microcline passant à l'amazonite)¹.

GROUPE DE LA LAWSONITE

Ce groupe comprend les trois espèces suivantes, dont la dernière seule a été décrite tome I, p. 111.



1. M. Piutti vient de montrer (*Gazzetta chim. ital.* XI. partie I. 1910) que les tourmalines de Madagascar et de quelques gisements métropolitains, que je lui ai communiquées, possèdent une faible radioactivité et contiennent des traces d'hélium ; dans les cristaux zonés de Maharitra, la partie externe présente ces propriétés plus développées que dans le centre.

LAWSONITE



Orthorhombique : $mm = 112^\circ 44'$.

$$b : h = 1000 : 614,87 \quad D = 832,59 \quad d = 553,83$$

$$[a : b : c = 0,6652 : 1 : 0,7385. \text{ (Ransome)}].$$

Macles. — Macle suivant m : $mm = 154^\circ 32'$

Facies. La lawsonite forme des cristaux rectangulaires allongés et des masses grenues.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), facile suivant p (001), traces suivant m (110).

Dureté. 8. Raye la topaze et est rayée par elle.

Densité. 3,084.

Coloration et éclat. Incolore ou bleuâtre. Translucide ; devient opaque par altération. Structure zonée avec colorations différentes.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* (n_g) normale à p (001) : $\rho < v$

$$n_g = 1,684 \text{ (Na) Ransome.}$$

$$n_m = 1,669$$

$$n_p = 1,665 \text{ d'où } 2V = 84^\circ 6'$$

$$n_g - n_p = 0,019$$

Pléochroïsme. Les cristaux bleuâtres sont pléochroïques en lames très épaisses n_g et $n_m =$ incolore, $n_p =$ bleuâtre.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule $\text{H}^4\text{CaAl}^2\text{Si}^2\text{O}^{10}$ ou $\text{Ca} (\text{Al},2\text{OH})^2(\text{SiO}^3)^2$ est la suivante :

SiO ²	38,2
Al ² O ³	32,5
CaO	17,8
H ² O	11,5
	<hr/> 100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en gonflant et en donnant un verre blanc bulleux. Donne de l'eau dans le tube. Facilement attaqué par l'acide chlorhydrique bouillant.

Diagnostic. Se distingue aisément par sa forme et par ses propriétés optiques et notamment par sa biréfringence.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La lawsonite est un minéral essentiel de certaines roches métamorphiques et particulièrement de celles produites par transformation de roches éruptives basiques.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* M. Termier a signalé (*B. S. M.* XXVII. 265. 1904) la lawsonite dans des schistes à glaucophane dérivant d'un gabbro et se trouvant au milieu des schistes lustrés de Saint-Véran, dans la haute vallée de l'Aigue Blanche.

Au delà de la frontière, M. Franchi a montré, dès 1896, l'abondance de la lawsonite dans les amphibolites des Alpes (notamment haute vallée de Chianale) et discuté son origine (*Att. R. Acc. Scienz. Torino.* 27 déc. 1906 et *Bol. Soc. geol. ital.* XVI. 73. 1896).

Corse. — J'ai rencontré (*B. S. M.* XX. 310. 1897) en abondance ce minéral sous forme de baguettes rectangulaires dans les gabbros saussuritisés et glaucophanisés de nombreuses localités de cette île (Vieux pont de Piedicorte sur le Tavignano, Basanera de Bastia en particulier) et dans des schistes à glaucophane (Rutelli et Campitello, Santa-Maria-di-Poggio).

La lawsonite y provient toujours de la transformation de plagioclases basiques ; elle est associée, suivant les localités, à de l'épidote, des chlorites, ou de la glaucophane ; c'est le minéral que j'ai signalé tome I (p. 708) comme de nature indéterminée ; peu après la publication de ce volume, je l'ai identifié avec la lawsonite que M. Ransome venait de trouver en cristaux macroscopiques dans la presqu'île de Tiburon en Californie et M. Franchi dans les Alpes.

Nouvelle-Calédonie. — La lawsonite se rencontre dans des gabbros glaucophanisés de la vallée du Diahot, qui sont très analogues à ceux de Corse et des Alpes.

IIIBSCHIITE



Cubique.

Facies des cristaux. Constitue des octaèdres réguliers ne dépassant guère 80 μ .

Dureté. 6.

Densité. 3,05.

Coloration et éclat. Incolore en lames minces ; le minéral isolé de sa gangue est gris jaunâtre à cause des inclusions de mélanite.

Groupement avec d'autres minéraux. La hibschite n'a été rencontrée qu'en cristaux enveloppant un rhombododécaèdre de mélanite.

Propriétés optiques. En général, monoréfringente, mais présente parfois une légère biréfringence, avec division en secteurs, comme dans des grenats octaédriques. $n_m = 1,67$.

Composition chimique. L'analyse publiée par M. F. Cornu indique la même composition chimique que pour la lawsonite.

Essais pyrognostiques. Infusible ; fortement chauffée, donne de l'eau dans le tube. Facilement attaquée par les acides.

Altérations. Se décompose parfois en calcite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hibschite a été décrite par M. F. Cornu (*T. M. M.* XXV. 249. 1906), qui l'a trouvée tout d'abord dans des fragments de marnes calcaires, enclavés dans la phonolite de Marienberg près Aussig (Bohême).

Plateau Central. — *Ardèche.* Le même savant a reconnu que la

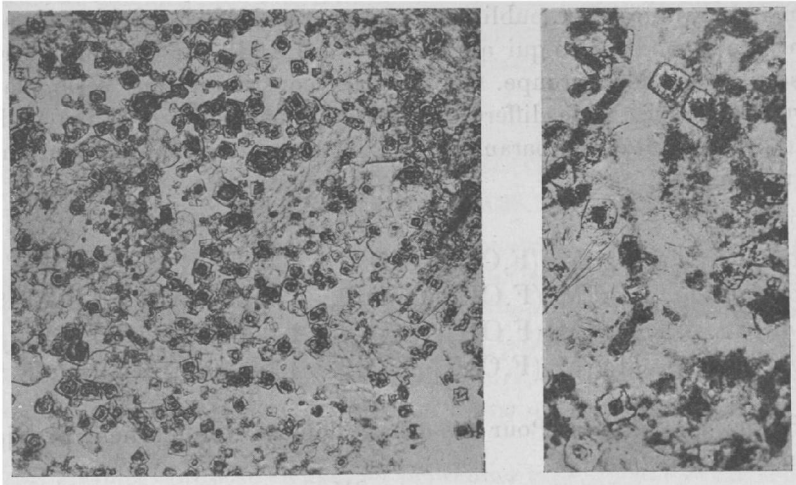


Fig. 3.

Hibschite limpide entourant mélanite dans enclave calcaire de la phonolite de Marienberg (à gauche), du basalte d'Aubenas (à droite). (Photographie en lumière naturelle : grossissement de 50 diamètres).

zone incolore entourant les rhombododécaèdres microscopiques de

mélanite, que j'ai signalés jadis, dans des enclaves calcaires des basaltes d'Aubenas (*Les encl. des roches volc.* 1893. 149) est identique à la hibschite d'Aussig, avec cette différence toutefois que dans ceux des échantillons qui présentent en lumière polarisée une division en secteurs, le signe de l'indice, normal aux contours d'une face octaédrique, est inverse de celui du minéral bohémien.

La figure 1 représente à gauche la hibschite de Marienberg, d'après un échantillon que je dois au regretté minéralogiste autrichien, et à droite celle d'Aubenas.

—————

BERTRANDITE (T. I, p. 113).

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De jolis cristaux de bertrandite ont été trouvés en décembre 1906, avec apatite bleue, dans une fouille faite rue de la Poudrière à Nantes.

—————

GROUPE DES HUMITES (T. I, p. 119).

Composition chimique. Depuis la publication du tome I (page 119), d'intéressants travaux, publiés notamment par MM. Penfield et Howe, sont venus modifier ce qui a été exposé page 119 sur la constitution des minéraux de ce groupe. Ces derniers constituent une série, dans laquelle chaque terme diffère du précédent par addition d'une molécule de forstérite ; les paramètres *c* sont entre eux comme les atomes de magnésium.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>zx</i>
* <i>Prolectite</i> . . . Mg [Mg (F,OH)] ² [SiO ⁴] [?]	1,0803	1	3×0,6287	
<i>Chondrodite</i> . Mg ³ [Mg (F,OH)] ² [SiO ⁴] ²	1,0863	1	5×0,6289	90°
<i>Humite</i> Mg ⁵ [Mg (F,OH)] ² [SiO ⁴] ³	1,0802	1	7×0,6291	
<i>Clinohumite</i> . Mg ⁷ [Mg (F,OH)] ² [SiO ⁴] ⁴	1,0803	1	9×0,6258	90°

Propriétés optiques. Pour des échantillons de Nordmarken, M. Sjögren a obtenu :

	2V	<i>n_m</i>
<i>Humite</i>	67°54'	1,643
<i>Chondrodite</i>	79°40'	1,659
<i>Clinohumite</i>	79°27'	1,670

Pyrénées. — *Ariège.* Les cipolins qui apparaissent au pied oriental du port de Saleix renferment en abondance de la chondrodite et de la humite jaunes, associées à du spinelle, à de la phlogopite, etc. Ces cipolins sont souvent bréchiformes.

J'ai rencontré les mêmes associations dans des cipolins du massif du pic des Trois Seigneurs, près de Carniès.

Pyrénées-Orientales. La chondrodite se rencontre dans les cipolins de Notre-Dame de las Salinas sur la frontière d'Espagne. Elle est concentrée sur le bord de lits constitués par du diopside et de la trémolite incolores.

Madagascar. — Les minéraux du groupe de la humite sont très abondants dans les cipolins de la Grande Ile, où ils sont accompagnés de spinelle, de phlogopite etc. ; quelques gisements mériteraient d'être signalés dans les ouvrages de Minéralogie au même titre que ceux de Finlande et de l'état de New-York.

Tels sont ceux du pays Mahafaly, situés en particulier sur la route reliant Ejeda, Ampanihy et Ampotaka ; dans les échantillons que j'ai étudiés (*B. S. M.* XXX. 38. 1907) et que je dois à M. Coleanap, les gros grains de chondrodite et de humite jaunes, atteignant parfois 1 cm. de diamètre, sont toujours accompagnés de phlogopite, de graphite et de spinelle, qui appartient d'ordinaire au pléonaste, mais parfois au spinelle rose pâle.

GROUPE DES ÉPIDOTES

ZOÏSITE (T. I, p. 128¹).

Propriétés optiques. Des Cloizeaux a montré depuis longtemps que dans la zoïsite, la bissectrice aiguë est *positive* (n_g), et toujours perpendiculaire au clivage h^4 (100), mais qu'il existe deux types distincts, suivant que le plan des axes optiques est parallèle à g^1 , avec dispersion $\rho < v$, ou qu'il lui est perpendiculaire, avec dispersion $\rho > v$, les deux orientations pouvant être associées ou enchevêtrées dans un même cristal.

M. Termier a proposé² d'appeler le premier type, *zoïsite α* et le second

1. A cette page, il s'est glissé une erreur dans la valeur de c ; il faut lire 0,34682 au lieu de 0,47382.

2. Dans cette note, on lit à la page 155 : « M. Lacroix me paraît être dans l'erreur, quand il fait dire à Des Cloizeaux que les axes rouges des cristaux de la

zoïsite β (*B. S. M.* XXI, 148, 1898), en insistant sur la plus grande intensité de la dispersion du type α . Les propriétés optiques de ces deux types peuvent donc être résumées de la façon suivante :

zoïsite α : plan des axes g^1 . Disp. $\rho < v$ très grande ; $2V = 0$ à 35° (Na)
 — β : — p — $\rho > v$ moindre ; $2V <$ que dans le type α

En raison de sa grande dispersion, la zoïsite α présente au voisinage de h^1 des teintes bleuâtres, très caractéristiques, qui n'existent pas dans la zoïsite β .

Pyénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai recueilli de gros cristaux gris de zoïsite, brisés et ressoudés par du quartz dans les contacts granitiques du lac Vert (Pic du Midi de Bigorre).

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La collection du Muséum renferme un échantillon d'aplite de Saint-Yrieix supportant une croûte de zoïsite rose (*thulite*).

Alpes. — Les échantillons étudiés par M. Termier proviennent des schistes de la Vanoise et du Mont Pelvas, situé au fond de la vallée du Guil (Queyras). Dans ce dernier gisement, la zoïsite, de couleur rosée, forme avec prehnite, épidote et albite, des veinules dans des roches vertes ; elle a la composition suivante : SiO_2 40,92 ; Al_2O_3 31,80 ; Fe_2O_3 0,39 ; CaO 24,92 ; H_2O 1,69 = 99,72. Elle est régulièrement associée à l'épidote, de telle sorte que son g^1 (010) est parallèle au h^1 (100) de ce minéral et que les indices n_g , n_m et n_p du type α coïncident à peu près respectivement aux indices n_p , n_g et n_m de l'épidote (*B. S. M.* XXIII, 50, 1900).

Sau-Alp sont dans le plan p et les axes bleus dans le plan g^1 . Des Cloizeaux n'a pas dit cela. En un point donné d'un cristal de la Sau-Alp, c'est un seul et même plan p ou g^1 , qui contient les axes optiques de toutes les couleurs, mais il y a, dans un même cristal, des régions où c'est le plan p et d'autres où c'est le plan g^1 . » Je ne veux pas laisser croire que j'ai trahi la pensée de mon regretté maître ; le texte de Des Cloizeaux auquel j'ai fait allusion est le suivant : « Ainsi un cristal de la Sau-Alp en Carinthie a, dans certaines plages, ses axes correspondant à toutes les couleurs compris dans le plan g^1 avec $\rho < v$; dans d'autres plages, les axes rouges sont notablement séparés dans un plan normal à g^1 tandis que les bleus restent dans le plan qui lui est parallèle. » (*Nouv. Recherches sur les propriétés optiques des cristaux.* Mém. Savants étrangers, Paris, 1867, 107).

CLINOZOÏSITE ET ÉPIDOTE (T. I, p. 133).

Les minéraux du groupe de l'épidote présentent des biréfringences variées, en relation avec leur teneur en fer. M. Weinschenk (*Z. K. XXVI*, 161, 1896) a proposé de désigner sous le nom de *clinozoïsite* les types pauvres en fer et par suite voisins de la zoïsite au point de vue chimique. Ils sont essentiellement caractérisés par leur biréfringence, qui est de 0,01 ou plus faible. Le schéma des propriétés optiques de la clinozoïsite diffère en outre de celui de l'épidote en ce que le petit angle de 2 à 3° fait par n_p avec l'axe vertical, se trouve dans l'angle *obtus* de ph^1 et non plus dans l'angle *aigu*. Tandis que dans l'épidote, la bissectrice aiguë est *négative* avec $\rho > v$, la clinozoïsite est optiquement *positive* avec $\rho < v$; la dispersion des bissectrices est faible dans l'épidote et forte dans la clinozoïsite. Enfin, par suite d'une valeur différente de 2V, tandis que dans l'épidote le clivage p (001) est presque perpendiculaire à un axe optique, dans la clinozoïsite, il est très oblique sur celui-ci. Voici une série de constantes pour la lumière du sodium.

	Fe ² O ³	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	2V (n_p)
Epidote, Knappenwand	16%	1,7677	1,7340	1,7305	0,0372	73°48' (Klein)
Clinozoïsite, Rothenkopf	4	1,7343	1,7291	1,7238	0,0105	90° (Weinschenk)
— Goslerwand	2	1,7232	1,7195	1,7176	0,0056	99°50' —

La clinozoïsite et l'épidote s'observent souvent dans les mêmes cristaux; dans ces associations, la clinozoïsite correspond aux zones de faible biréfringence signalées autrefois par M. Michel-Lévy et indiquées page 136.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. A l'îlot de la Comtesse près Erquy, se trouvent des masses d'épidote produites par l'enchevêtrement de gros cristaux atteignant 5 cm. suivant b sur lesquels on ne voit que les clivages p et h^1 ; ils sont accompagnés d'un peu de quartz.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J'ai vu un fragment de granulite provenant du sommet du Grand Vignemale (versant occidental côté de la descente sur Gavarnie) et supportant des masses d'épidote fibreuse semblable à celle de Senet en Catalogne.

J'ai recueilli dans les éboulis de Pène-Blanche près du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre) de grandes baguettes souvent tordues et brisées d'un blanc gris jaunâtre à rapporter à la clinozoïsite. J'ai

recueilli des échantillons analogues dans les contacts granitiques du Pic d'Arbizon.

Ariège. C'est en partie à la clinzoïsité qu'il faut rapporter les cristaux d'épidote des contacts granitiques, que j'ai signalés tome I et en particulier ceux de Cabre. M. Azéma a décrit (*Bull. Muséum* 1906. 178) de beaux cristaux de ce genre, de couleur gris-perle, que j'ai recueillis dans ceux de Camp-Ras (vallée de Baxouillade, au Sud d'Ax). Très épais, ils ont plusieurs centimètres de longueur, sont accolés les uns aux autres et présentent des faces distinctes dans des cavités, originellement remplies par de la calcite : h^1 (100), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), a^3 ($\bar{1}03$), a^5 ($\bar{1}05$), $a^{6/7}$ ($\bar{7}06$).

La bissectrice aiguë est positive ; les cristaux sont zonés, ce qui rend leurs indices variables.

$$\begin{aligned} n_g &= 1,7200 \text{ à } 1,7202 \text{ (Na) (Gaubert)} \\ n_m &= 1,7149 \text{ à } 1,7143 \\ n_p &= 1,7103 \text{ à } 1,7091 \\ n_g - n_p &= 0,0097 \text{ à } 0,0111 \quad 2V = 86^\circ 29' \end{aligned}$$

L'analyse a fourni les résultats suivants : SiO_2 38,95 ; Al_2O_3 28,90 ; Fe_2O_3 5,75 ; FeO 1,08 ; CaO 22,80 ; MgO 0,35 ; H_2O 1,90 = 99,73. La densité est de 2,344.

Des cristaux plus petits, d'un blanc jaune paille, associés à des cristaux de quartz ou enchevêtrés pour former des masses miarolitiques, tapissent des géodes ou constituent des veinules dans les calcaires métamorphisés du Roc Blanc, du Roc de l'Encledous près du Port de Pallières et d'autres points de la bordure du massif granitique du Quérigut.

Alpes. — *Haute-Savoie.* D'après Favre (*op. cit.* II. 402), les gros cristaux du glacier d'Argentières (voir tome I, p. 143) proviendraient de géodes se trouvant au milieu de la protogine de l'aiguille du Tour Noir.

Hautes-Alpes. M. de la Durandière m'a communiqué de jolies aiguilles vertes d'épidote (type Cornillon), associées à du sphène, de l'albite, de la calcite, du quartz, dans les fentes d'une granulite des éboulis du couloir de Serre Martin, à 2 km. en aval du Grand-Clot en aval de Maison Neuve. De jolis cristaux verts associés à sphène, ripidolite, quartz, albite se trouvent à Muratouse, mais dans des géodes distinctes de celles contenant l'anatase.

Sahara. — M. E. Gautier m'a remis de gros cristaux enchevêtrés d'épidote (type Arendal) qu'il a recueillis (dans le granite?) à l'Adrar Aorsane au Nord de l'Air.

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.*) de beaux échantillons d'épidote bacillaire d'un vert foncé dans des veines de quartz traversant les gabbros de la rivière Noire aux environs de Van-Yen (avec axinite, grenats, etc.), ainsi qu'à That-Khé.

Madagascar. — J'ai observé de jolis cristaux d'épidote recueillis, isolés de toute gangue, dans le lit d'un ruisseau près du col d'Ikelivolana dans le sud du Betsiriry.

Des cristaux d'un vert-pistache se rencontrent dans la rivière Sahoindrano; de gros cristaux du même type, rappelant ceux d'Arendal, ont été recueillis aux environs de Mangily, dans le bassin de la Loky.

J'ai décrit (*B. S. M.* XVII. 119. 1894) des cristaux d'épidote recueillis, avec quartz hyalin, aux environs d'Amboasary (Montagne de Hiaranandriana, à une journée de marche de Tananarive). Ils rappellent ceux d'Arendal, mesurent 1 cm. 5 de longueur et présentent la combinaison : $h^4 h^3 p a^2 a^4 e^4 b^{1/2}$. Enfin, j'ai vu un bloc de quartz hyalin de la région de Vohemar renfermant un cristal brisé d'épidote de 12 cm. associé à de longues aiguilles de tourmaline.

ALLANITE (T. I, p. 156).

Iles anglo-normandes. — [*Jersey*]. M. Gaubert a signalé (*B. S. M.* XXIX. 55. 1906) dans les pegmatites de cette île des cristaux indistincts d'allanite qui, au lieu d'être microscopiques, comme dans les roches granitiques de Normandie et de Bretagne, mesurent 2 cm. de plus grande dimension.

IDOCRASE (T. I, p. 159).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'idocrase associée au grossulaire se rencontre dans les calcaires paléozoïques au contact du granite du massif du pic du Midi de Bigorre (lac Bleu, lac d'Oncet, près l'hôtellerie du pic, etc.), et dans les calcaires secondaires d'Ossun métamorphosés par une roche dioritique albitisée.

Ariège. Dans les contacts granitiques du Camp Ras (vallée de Baxouillade au sud d'Orlu) et du col de Laurenti, j'ai rencontré une variété gris-perle d'idocrase un peu bacillaire, qui accompagne du grossulaire jaune rosé.

Pyrénées-Orientales. De beaux cristaux et des groupements bacillaires d'idocrase brune ou verte sont associés au grossulaire dans les contacts granitiques du massif du Canigou (notamment au sommet), et des environs de Montlouis.

Plateau Central. — *Rhône.* M. Gonnard a signalé l'idocrase brune, bacillaire, dans le gneiss à pyroxène de Duerne (*B. S. M.* XV. 232. 1892.)

Annam. — Des cristaux d'idocrase d'un vert-pistache, atteignant 1 cm., accompagnent le grossulaire dans les calcaires métamorphisés par le granite de Trong-Loc (prov. de Quang-Nam). [Hubert (*Bull. Mus.* 1904)].

Tonkin. — M. Dupouy a signalé l'existence dans les mêmes conditions (*op. cit.*) de cristaux d'idocrase d'un jaune verdâtre, associés au grossulaire aux environs de Than-Moï (prov. de Lang-Son).

GROUPE DES PÉRIDOTS¹

FORSTÉRITE²



Orthorhombique : $mm = 118^\circ 19'$

$b : h = 1000 : 401,05$ $D = 862,90$ $d = 505,37$

$[a : b : c = 0,58569 : 1 : 0,46476$ (M. Bauer)]

Facies. Dans les gisements décrits plus loin, la forstérite forme des grains et présente exceptionnellement des formes nettes, qui sont celles de l'olivine.

Clivages. Clivage assez net suivant g^1 (010); traces suivant h^1 (100).

Dureté. 6,7.

Densité. 3,21 à 3,3.

Coloration et éclat. Blanc jaunâtre à gris; parfois incolore. Éclat vitreux.

1. Je rappelle que pour les péridots, mon $a = c$ et mon $c = a$ de beaucoup d'auteurs et en particulier de MM. Bauer et Hj. Sjögren.

2. A placer dans la systématique, tome I avant olivine p. 468.

Inclusions. Fréquentes inclusions de spinelle disposées d'une façon quelconque.

Propriétés optiques. Comme l'olivine ¹. Bissectrice aiguë *positive* (n_g) perpendiculaire à p (001).

$$2V = 86^{\circ}10' \text{ (Somma) (Penfield et Forbes ; FeO 2 \%)}.$$

$$n_m = 1,637$$

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule Mg^2SiO^4 est la suivante :

SiO ₂	42,9
MgO.....	57,1
	100,0

Une petite quantité de MgO est remplacée par FeO et plus rarement par CaO.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Attaquable par les acides en faisant gelée.

Altérations. La forstérite se transforme en antigorite (serpentinisation).

Diagnostic. Se distingue de l'olivine par l'absence du fer ou la faible proportion de ce métal.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La forstérite est un minéral des cipolins des gneiss et des calcaires magnésiens métamorphisés par les roches éruptives.

1° Dans les contacts des roches éruptives basiques.

Pyénées. — *Ariège.* J'ai rencontré (*B. S. M.* XXIV. 17. 1904) la forstérite dans les calcaires blancs du bois du Fajou, près Caussou, métamorphisés par la lherzolite ; elle y forme des grains ou des cristaux atteignant 1 mm. 5 et renfermant quelquefois les inclusions de spinelle vert, qui ne se trouvent que sur leur périphérie ; elle est accompagnée d'un peu de phlogopite.

1. Dans le groupe des périclites à la fois magnésiens et ferreux, que l'on peut considérer comme des mélanges de forstérite (Mg^2SiO^4) et de fayalite (Fe^2SiO^4), le plan des axes reste parallèle à h^1 (100) ; l'angle $2V$ autour de n_p diminue avec la teneur en fer (forstérite $2V = 93^{\circ}50'$; olivine à 14 % de FeO environ = 90° , fayalite = $49^{\circ}50'$) ; la réfringence et la biréfringence augmentent en même temps.

Près du Col d'Eret, du côté de la vallée d'Ercé, j'ai trouvé, au voisinage d'un pointement d'ophite, et au-dessous d'un autre de hornblendite feldspathique, des blocs de calcaire d'un gris noir, dans lesquels on ne distingue à l'œil nu que des cristaux de dipyre, atteignant 3 cm. de longueur. L'examen microscopique fait voir en outre en abondance des grains et cristaux de forstérite et des octaèdres de spinelle vert. C'est le seul cas où dans les Pyrénées, j'ai trouvé la forstérite associée au dipyre.

De plus, ce dernier minéral est plus ou moins complètement transformé en agrégats de forstérite et de spinelle (en cristaux ou cristallites); ceux-ci constituent souvent une gaine continue aux cristaux de dipyre (voir la figure donnée plus loin à *dipyre*). Fréquemment aussi, il existe entre la zone périphérique de forstérite et de spinelle et le dipyre intact, une région constituée par de la phlogopite incolore.

Étant données la différence de composition chimique existant entre le dipyre et ces produits de transformation, ainsi que l'existence de ceux-ci en cristaux indépendants dans le calcaire, il semble probable que cette roche singulière a subi d'abord le métamorphisme de l'ophite, qui y a développé, comme d'ordinaire, le dipyre, puis celui de la hornblendite, qui y a apporté des éléments magnésiens et alumineux et déterminé ainsi la transformation du dipyre.

2° Dans les cipolins.

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert a rencontré dans les cipolins de la rivière Zon (*Miss. au Dahomey*. 1908. 500) des associations compactes de forstérite et de diopside présentant, à l'œil nu, la même couleur d'un blanc jaunâtre.

Madagascar. — La forstérite n'est pas rare dans les cipolins de la grande île: on peut citer notamment à cet égard ceux des environs de l'Observatoire de Tananarive.

FAYALITE (T. I, p. 193).

Maures. — *Var.* On a vu, à la description de la grunérite, que ce minéral est l'un des éléments essentiels d'une roche riche en almandin et en magnétite, intercalée dans les micaschistes de Collobrières. J'ai montré depuis lors (*C. R.* CXXX. 1278. 1900) qu'il existe en outre,

dans cette roche, et en très grande quantité, une variété calcique de fayalite brune, à aspect gras, dont les grands cristaux enveloppent poeciliquement tous les autres éléments et constituent parfois avec la grunérite aciculaire une structure rappelant la structure ophitique. Il existe en outre beaucoup d'apatite grenue.

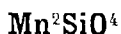
Cette roche peut être comparée dans une certaine mesure, à l'eulysite de Tunaberg en Suède.

Antilles. — *Martinique.* La fayalite s'est produite en très grande abondance au cours de l'incendie de Saint-Pierre, partout où des objets en fer se sont trouvés à haute température au contact de l'air au milieu des produits de la fusion des cendres et des murs des maisons incendiées. Je l'ai rencontrée (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904. 631) dans un grand nombre de types de laves secondaires que j'ai décrits. Elle est notamment l'élément prédominant des scories stalactiformes, dans les cavités desquelles se rencontrent fréquemment des cristaux ayant les formes habituelles de ce minéral.

Dans les scories riches en zinc, contenant de la willémitte, de la zincite, etc., elle est un peu zincifère et par suite comparable à une *roepérite* dépourvue de manganèse.

J'ai rencontré dans des laves secondaires renfermant encore des cristaux anciens d'hypersthène non fondus, des auréoles de fayalite entourant ces derniers à la façon des grains d'hypersthène qui cerclent l'olivine de l'andésite de l'éruption de 1902.

TÉPHROÏTE



Orthorhombique : $mm = 418^\circ 36'$

$b : h : 1000 : 395,55 \quad D = 859,80 \quad d = 510,62$

$[a : b : c = 0,59389 : 1 : 0,46004 \text{ (Hg. Sjögren)}]$.

Formes observées. p (001); g^3 (120), g^1 (010); e^1 (011), $e^{1/2}$ (021); $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.
$mm \text{ s. } h^1$	$418^\circ 36'$	pe^1	$155^\circ 48'$
$g^3 g^3$	$80^\circ 10'$	$pe^{1/2}$	$137^\circ 23'$
$g^3 g^1$	$139^\circ 35'$	$b^{1/2} b^{1/2} \text{ s. } p.$	$95^\circ 58'$
pa^1	$142^\circ 15'$	$h^1 h^{1/2}$	$137^\circ 59'$

Facies. Les cristaux de téphroïte sont fort rares, ils ont le facies de ceux des autres membres de ce groupe. Le plus souvent, ce minéral se trouve en masses cristallines.

Clivages. Clivages distincts suivant p (001) et g^1 (010). Cassure subconchoïdale.

Dureté. 5, 5 à 6.

Densité. 4 à 4, 12.

Coloration et éclat. Rouge grisâtre, rouge brun, gris enfumé. Pousière d'un gris pâle. Prend une couleur foncée par exposition à l'air. Transparente à translucide.

Éclat vitreux à gras.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100); bissectrice aiguë négative (n_g), perpendiculaire à g^1 . Les axes sont très écartés; la dispersion $\rho > v$ est nette.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme dans les teintes jaunes et brunes est distinct dans les lames un peu épaisses.

Composition chimique. La formule Mn^2SiO^4 ou $2MnO SiO^2$ correspond à la composition suivante, dans laquelle une petite quantité de manganèse peut être remplacée par du fer, du magnésium, du zinc, etc.

SiO ²	29,8
MnO	70,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en une scorie noire non magnétique. Donne les réactions du manganèse. Attaquable par les acides en faisant gelée.

Altérations. Ce minéral est facilement altérable à l'air. Il noircit d'abord, puis se transforme en oxydes de manganèse.

Diagnostic. Ses propriétés optiques permettent de rattacher facilement ce minéral au groupe des péridots; la réaction prédominante du manganèse constitue son diagnostic d'avec les autres membres de la famille.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyréénées. — *Hautes-Pyrénées.* C'est dans la mine de Nabias à Adervielle (haute vallée du Louron), que j'ai trouvé la téphroïte en grande abondance (*Bull. Muséum.* 1899. 258 et *B. S. M.* XXIII. 251. 1900); elle forme avec diallogite des roches rubanées, dont les portions

superficielles oxydées ont été exploitées comme minéral de manganèse; ses grains, d'un brun foncé, ne dépassent guère 1 mm. 5.

Dans les veines spathiques de dialogite, qui traversent cette roche, j'ai recueilli des fragments de cristaux présentant les formes énumérées plus haut.

On a vu tome III page 626, que les produits décrits sous le nom de *vielleaurite*, de *schokoladenstein* et de *huelvite* ne sont que des mélanges de téphroïte et de dialogite.

OLIVINE (T. I, p. 169).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* De jolis cristaux nets d'olivine se trouvent dans les scories basaltiques de Coubon.

Puy-de-Dôme. Moitessier a publié (*Mém. Acad. sc. Montpellier.* 1861) des analyses d'olivine du plateau des Rentières, dont la teneur en FeO varie de 13,91 à 15,22 %; les types rubéfiés en diffèrent en ce qu'une portion (jusqu'à 6 %) du FeO est peroxydée.

Cantal. M. Gonnard a signalé (*C. R.* CXVII. 864. 1893 et *B. S. M.* XXXII. 81. 1909) l'existence de cristaux d'olivine, atteignant 18 mm., dans les tufs basaltiques de Maillargues près Allanches : $g^3 g^4 e^4 e^{1/2}$, avec parfois a^1 et $b^{1/2}$ dont les faces sont toujours petites; ils sont souvent groupés à axes parallèles.

J'ai visité ce gisement, qui se trouve exactement sur une butte surmontée par le château Monier dominant la grande route; les cristaux d'olivine, associés à des cristaux d'augite et de hornblende, abondent dans les écorchures du terrain, qui se voient de loin, grâce à leur couleur rouge. Ils sont extrêmement nombreux; j'en ai examiné plusieurs milliers.

Leur aspect dominant est celui des figures 7 et 10. Un petit nombre sont allongés suivant c , comme dans la fig. 11 et en même temps aplatis suivant g^4 comme dans la fig. 10. Certains cristaux, d'un jaune foncé, possèdent, notamment sur e^4 et $e^{1/2}$, un éclat soyeux, qui rappelle celui de l'œil de chat.

Antilles. — *Martinique.* A signaler comme particulièrement intéressante la fréquence de l'olivine en phénocristaux dans les roches volcaniques les plus acides, telles que l'andésite de la Montagne Pelée (éruption de 1902), l'andésite à cordiérite du Diamant et les dacites des Pitons du Carbet. Elle accompagne dans ces dernières roches les

phénocristaux de quartz : elle est fréquemment entourée d'une couronne d'hypersthène produite par réaction du magma acide (andésite de la Montagne Pelée, 1902-3).

Dans les météorites.

A la liste des météorites sporadosidères tombées en France, que j'ai donnée p. 192, il faut ajouter les suivantes :

1841, 6 septembre, Rocheservière (*Vendée*).

1871, 14 juin, Laborel (*Drôme*).

1875, Mornans (*Drôme*).

1897, 20 juin, Lançon (*Bouches-du-Rhône*).

Et dans le groupe des asidères : 1836, 14 septembre, Aubres (*Drôme*).

J'ai étudié en détail et figuré (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, VI. 81. 1906) des photographies de nombreux chondres de la météorite de Rocheservière, qui n'avait pas été décrite jusqu'à présent.

D'autre part, j'ai montré dans ce même travail que, contrairement à l'opinion généralement admise, la météorite de Chassigny renferme une quantité notable d'enstatite.

GROUPE DE LA PHÉNACITE

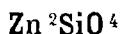
Ce groupe comprend les espèces suivantes, isomorphes, rhomboédriques, parahémiédriques, dont la première seule a été traitée dans le tome I.

<i>Phénacite</i>	G^2SiO^4
* <i>Trimérite</i>	MnG^2SiO^4
<i>Willémite</i>	Zn^2SiO^4

PHÉNACITE (T. I, p. 201).

Alpes. — *Isère*. Nous avons pu, M. des Cloizeaux et moi, étudier (*C. R.* CXVI. 1231. 1894 et *B. S. M.* XVII. 35. 1894) les cristaux incolores des environs de Saint-Christophe, décrits par Lévy et Marignac comme tourmaline. Par des mesures d'angles, par l'étude des propriétés optiques et chimiques, nous avons vérifié qu'ils sont bien constitués par de la phénacite, conformément à l'hypothèse formulée page 203, tome I. Ces cristaux, atteignant 4 mm., sont allongés suivant *c*, associés dans les fentes d'une aplite à du quartz, de l'albite, de l'adulaire, de l'anatase et de la ripidolite.

WILLÉMITE



Rhomboédrique. $pp = 115^\circ 30'$.

angle plan de $p = 170^\circ 31'$.

$[a : c : 1 : 0,6775 \text{ (Dana)}]$.

Formes observées : $a^1 (0001)$; $d^1 (11\bar{2}0)$; $p (10\bar{1}1)$, $b^1 (01\bar{1}2)$.

	Angles calculés.		Angles calculés.
$[a^1 p$	$144^\circ 58'$	$*pp$	$115^\circ 30'$
$a^1 b^1$	$158^\circ 38'$	$b^1 b^1$	$143^\circ 13'$

Facies. La willémite se trouve en cristaux allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical; dans les gisements congolais, ils se groupent parfois en rosettes ou en sphérolites; elle forme aussi des masses compactes ou grenues.

Clivages. Suivant les gisements, il existe des clivages assez faciles suivant $a^1 (0001)$, ou suivant $d^1 (11\bar{2}0)$.

Dureté 5,5. Fragile.

Densité. 3,9 à 4,18. 4,06 (Bou-Thaleb).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune verdâtre, vert-pomme, grise, etc. par suite d'inclusions de matières étrangères. Poussière incolore. Transparente à opaque. Éclat vitreux, un peu résineux.

Propriétés optiques. Uniaxe, positive (n_g).

$$\begin{aligned} n_g &= 1,7118 \text{ (Na) (Gaubert)} \\ n_p &= 1,6931 \\ n_g - n_p &= 0,0187 \end{aligned}$$

Composition chimique. La formule Zn^2SiO^4 ou 2ZnO SiO^2 correspond à la composition suivante, dans laquelle une partie du zinc peut être remplacée par du manganèse et en moindre quantité par du fer.

SiO ²	27,0
ZnO	73,0
	<hr/>
	100,0

Essais pyrognostiques. Fond difficilement au chalumeau en un émail blanc. Sur le charbon, donne les réactions du zinc.

Attaquée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La forme est suffisamment caractéristique pour faire distinguer la willémite de la calamine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La willémite se rencontre dans les gisements suivants : 1° dans des gisements métallifères ; 2° dans des produits d'incendie.

1° Dans les gisements métallifères.

Algérie. — *Constantine.* J'ai décrit (*B. S. M.* XXIII. 253. 1900) de beaux échantillons de willémite, provenant du gisement calaminaire de Bou-Thaleb au sud-ouest de Sétif. Ils sont constitués par un enchevêtrement de petits prismes limpides d^1 terminés par p ($10\bar{1}1$) : ils sont soit incolores, soit colorés en rouge par de l'hématite. Ce minerai est très microlitique, hérissé de toutes parts de pointements cristallins, ne dépassant guère 2 mm. Dans quelques géodes, ils sont recouverts par une croûte laiteuse formée par de petites lames de calamine, ou bien ils supportent des cristaux de mimétite, de calcite, etc. Parfois au contraire, c'est la calamine qui domine et la willémite n'est qu'accessoire.

Tunisie. — La willémite a été signalée par Stache dans la mine du Djebel Ressas.

Congo. — M. H. Le Chatelier a indiqué (*C. R.* CXVI. 894. 1893), d'après des analyses de minerais, l'existence de la willémite dans le gîte cuprifère de Mindouli. Je l'y ai trouvée (*B.S.M.* XXXI. 257. 1908) en cristaux distincts, pd^1 , à faces et à arêtes arrondies, associés à la cérusite, et à la diopside.

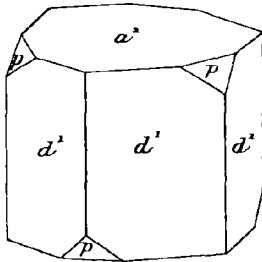


Fig. 1.
Willémite de Tchicoumba.

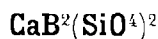
Je dois à M. de Romeu la connaissance de très remarquables échantillons provenant de Tchicoumba (voir à *diopside*) et présentant la willémite sous une forme peu usuelle. Au milieu des calcaires métallifères, se trouve un petit amas d'une roche essentiellement constituée par de la willémite, du quartz, des oxydes de fer ; dans ses cavités, se voient de beaux cristaux, d^1 (1120), p ($10\bar{1}1$), a^1 (0001), (fig. 1) et parfois b^1 ($02\bar{2}1$) de willémite transparente, de plusieurs millimètres de longueur ; ils sont parfois associés à de magnifiques cristaux de wulfénite. Il existe aussi des lits argileux renfermant des rosettes et des sphérolites de willémite, hérissés de pointements distincts.

A Pimbi, une roche de couleur claire, ressemblant à un quartzite à grands éléments, est constituée par du quartz et de la willémitte d'un jaune rosé, de la cérusite et enfin çà et là de gros cristaux orangés de wulfénite, s'isolant parfois dans des géodes.

2° *Dans les produits d'incendie.*

Antilles. — *Martinique.* Dans les produits fondus de l'incendie de Saint-Pierre, j'ai rencontré (*La Montagne Pelée et ses éruptions, 1904*), engagés dans les silicates néogènes, des blocs de zinc métallique, provenant de la fusion d'objets en zinc ou de la liquation d'objets en laiton. Dans les portions oxydées, le métal est très souvent entré en combinaison avec la silice, il s'est formé de longs cristaux hexagonaux de willémitte, faciles à reconnaître grâce à leurs propriétés optiques ; ils sont quelquefois associés à de la zincite et à de la gahnite.

DANBURITE¹



Orthorhombique : $mm = 122^{\circ}52'$.

$$b : h = 1000 : 454,67 \quad D = 945,77 \quad d = 324,90$$

$$[a : b : c = 0,54444 : 1 : 0,48074 \text{ (Dana)}]$$

Formes observées : p (001) ; m (110), h^1 (100), g^5 (230), g^2 (130), g^1 (010) ; a^1 (101).

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	122°52'23"	123°	g^2g^2 s. g^1	94°52'	94°58'
mg^1	118°34'		g^5g^5 s. h^1	101°31'	101°
mh	151°26'		pa^1	139°33'	138°59'
mg^2	161° 8'				

Facies. Les cristaux sont plus ou moins allongés suivant l'axe vertical.

Clivages. Clivage p (001), à peine distinct. Cassure inégale.

Dureté. 7. Fragile.

Densité. 2,97 à 3,02. 3,01 (Madagascar).

1. A placer dans la systématique avant le groupe des *grenats*.

Coloration et éclat. Incolore, jaune vineux, jaune brun. Transparente. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu gras, très éclatant sur les faces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) perpendiculaire à g^1 (010) du rouge au vert ; pour le bleu, c'est n_g , perpendiculaire à h^1 , qui est la bissectrice aiguë.

	(Maharitra)	Anjanaboina
$n_g =$	1,6363 (Na)	1,6356
$n_m =$	1,6333	1,6329
$n_p =$	1,6300	1,6300
$n_g - n_p =$	0,0063	$2V = 86^\circ 54'$

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $CaB^2(SiO^4)^2$ ou $CaO B^2O^3 2 SiO^2$ est donnée en *a*); *b*) analyse de la danburite de Maharitra par M. Pisani (*in. Lx. op. cit.*). Le minéral d'Anjanaboina renferme 0,3 % de K^2O et 0,1 % d' Al^2O^3 .

	<i>a</i>	<i>b</i>
SiO^2	48,8	48,50
B^2O^3	28,4	27,50
CaO	22,8	24,25
Al^2O^3	»	0,50
Fe^2O^3	»	»
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,75

Essais pyrognostiques. Fond au chalumeau en un verre incolore et en colorant la flamme en vert au feu oxydant. A peine attaquée par l'acide chlorhydrique, mais, après calcination, fait gelée avec cet acide. Si l'on évapore à sec le produit de l'attaque et qu'on le reprenne par l'alcool, celui-ci brûle avec une flamme verte.

Phosphorescence. Par chauffage, prend une phosphorescence rouge.

Altérations. La danburite se transforme par altération en kaolinite.

Diagnostic. Par ses formes, sa couleur, la danburite ressemble à la topaze. Elle s'en distingue par l'absence de clivage très facile, par une densité, une dureté un peu plus faibles, une biréfringence beaucoup plus grande et enfin par ce fait qu'elle donne les réactions du bore et pas celles du fluor.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXI, 317, 1908 et XXXIII).

47 1910) la danburite dans les pegmatites à tourmaline de Maharitra. Elle a été trouvée dans un filon contenant de la tourmaline noire et des tourmalines roses, du béryl incolore, rose ou verdâtre, du triphane et de l'halluosite d'un rose saumon. Elle forme des cristaux ayant en général de 1 à 3 cm., mais pouvant atteindre 6 cm. de longueur; parfois incolores, les plus petits sont plus souvent jaunes, variant de nuances d'une extrémité à l'autre; les gros sont uniformément d'un jaune vineux.

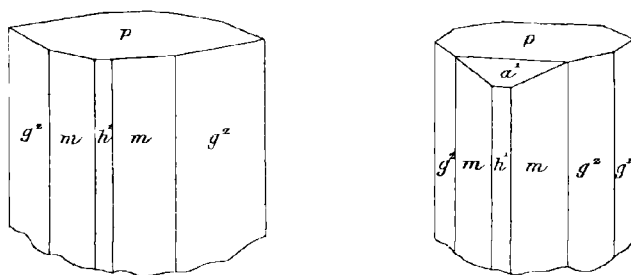


Fig. 1 et 2.
Danburite de Maharitra.

Toutes les formes signalées plus haut se rencontrent; mais α^1 (101) est rare, toujours arrondi et généralement petit. Les cristaux sont très corrodés, fissurés, ils se transforment en kaolinite à partir de leurs extrémités, ce qui explique que les terminaisons soient fort rares.

La danburite est peut-être un produit d'endomorphisme de la pegmatite au voisinage du calcaire (voir page 689).

Elle se trouve aussi (le plus souvent en fragments sans formes géométriques) parmi des minéraux accompagnant la tourmaline et la hambergite à Anjanabonoina: le seul fragment de cristal que m'a montré M. Buhan a la forme de ceux de Maharitra.

Dans ces deux gisements, la danburite transparente est une pierre susceptible d'être taillée comme gemme, rappelant à tous égards la topaze du Brésil.

GROUPE DES GRENATS

GROSSULAIRE (T. I, p. 217).

Pyénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les calcaires secondaires d'Ossen sont, au contact d'une roche dioritique très albitisée, transformés en marbre blanc riche en grossulaire et en idocrase.

Ariège. J'ai recueilli de magnifiques cristaux drusiques (2 à 3 cm.) de grossulaire ($b^1 a^2$) jaunes ou blancs, associés ou non à de l'idocrase grise, dans les contacts granitiques de Camp Ras (vallée de Baxouillade), au sud d'Orlu.

Pyrénées-Orientales. Depuis la publication du tome I, j'ai exploré la région de Puyvalador et du pic de Madres, dont il est question page 225. Le grossulaire s'y rencontre dans les calcaires métamorphisés par le granite dans les mêmes conditions et avec les mêmes formes que dans la région de Quérigut.

Des cristaux analogues ($b^1 a^2$, avec ou sans s) se trouvent dans le massif du Canigou et notamment au Puig Barbet.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Les contacts des cornéennes dévoniennes et du granite de Cressy-sur-Somme renferment de beaux cristaux, $a^2 b^1$, de grossulaire ferrifère, associés à l'épidote.

Annam. — Au contact du granite, les calcaires paléozoïques de Trong-Loc (province de Quang-Nam) renferment du grenat grossulaire et de l'idocrase jaune offrant une grande ressemblance avec ceux des contacts pyrénéens (Hubert, *Bull. Muséum.* 1904. 151).

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) une association minéralogique identique aux environs de Than-Moi (province de Lang-Son).

Madagascar. — J'ai rencontré (*B. S. M.* XXXI. 224. 1908) parmi les minéraux des pegmatites du massif du Bity (Ibity) (voir page 689) et en particulier dans celles de Maharitra, de très gros cristaux ($a^2 b^1$) de grossulaire parfois manganésifère associés à la tourmaline noire; ils sont d'ordinaire d'un jaune d'ambre et opaques ou à peine translucides, mais quelquefois parfaitement transparents et d'un jaune un peu rosé; leur couleur rappelle celle de certaines variétés de béryl; ils peuvent, une fois taillés, être confondus avec celui-ci. Ce grenat, qui, en moyenne, est comparable à l'essonite de Ceylan, mais avec des teintes plus pâles, a fourni de jolies pierres taillées; il est accompagné de spessartine.

La découverte de ces deux grenats dans une pegmatite est intéressante, car elle fixe la nature du gisement des grains de même nature, qui se trouvent dans les sables aurifères de plusieurs parties de l'île et en particulier dans ceux de Belambo près Mevatanana, d'Ifempina près Ambositra.

J'ai rencontré de jolis rhombododécaèdres transparents, de grossulaire jaune d'or, à la surface de cristaux d'alcalime tapissant les cavités d'une monzonite néphélinique de Nosy komba.

Antilles. — *Martinique.* Je dois à M. Dublancq Laborde de curieux échantillons de calcaire en contact avec une andésite très altérée, recueillis par lui en blocs dans les tufs andésitiques anciens de la rivière Paillacard, près du Prêcheur. Dans le calcaire, ou sur l'andésite au contact de celui-ci, se trouvent de très petits rhombododécaèdres de grossulaire jaune possédant les propriétés optiques du type pyrénéite.

4° *Dans les roches basiques.*

J'ai omis de signaler, page 228, un intéressant mode de gisement du grossulaire, dans certains gabbros saussuritisés ; il y est d'un rose pâle, mais n'est parfois que microscopique : gabbros à smaragdite des *Alpes*, norite d'Arvieu (*Aveyron*), gabbro du *Chari*, troctolite du pays Mahafaly à *Madagascar*, etc.

OUWAROWITE (T. I, p. 228).

Nouvelle-Calédonie. — J'ai rencontré de fort jolis cristaux rhombododécaédriques d'ouwarowite dans les fissures de la chromite de Tiébaghi. Ce sont eux qui constituent les filets verts sillonnant le minerai de cette localité et de plusieurs autres.

MÉLANITE (T. I, p. 230.)

Plateau Central. — *Ardèche.* On a vu plus haut dans la description de la hibschite d'Aubenas que celle-ci englobe toujours un cristal de mélanite d'un brun jaunâtre.

Algérie. — *Constantine.* Dans le gisement d'ilvaïte de Bou Garoune, M. L. Gentil a trouvé (*B. S. M.* XVII. 269. 1894) le grenat mélanite massif, renfermant quelquefois de jolis cristaux b^4 , qui possèdent les propriétés optiques de la topazolite, avec la structure zonaire de l'apluome. Ces cristaux sont jaunes à brun foncé.

Afrique Occidentale. — *Iles-de-Los.* Le mélanite brunest un élément essentiel des microsyténites néphéliniques à augite de l'île de Kassa.

Madagascar. — J'ai décrit (*Nouv. Arch. Muséum* I. 1902) des cristaux (b^4) vert pâle de mélanite, implantés sur l'analcime des druses d'une microsyténite néphélinique du massif de Bezavona ; le même

minéral en cristaux zonés, d'un brun foncé, est un élément essentiel de quelques microsyténites et phonolites néphéliniques de la même région.

Les contacts des calcaires liasiques avec la syénite à aegyrine d'Anramantarak, à l'ouest d'Amipasibitika (baie d'Ampasindava), renferment le mélanite soit dans le sédiment sous forme de rhombododécaèdres nets à structure de l'aplome, jaunes ou gris verdâtres, soit dans la syénite elle-même, où il résulte d'une action endomorphe; il constitue alors des masses dépourvues de formes extérieures d'un beau jaune brun foncé, associées à de l'épidote et à de l'aegyrine.

Annam. — Le gîte de magnétite de contact du granite de Trong-Loc (province de Quang-Nam) renferme en abondance un mélanite brun rouge compact (Hubert. *Bull. Muséum* 1904. 151).

4° Dans un filon métallifère.

Cévennes. — *Gard.* Les filons de sidérite de La Valmy ont fourni de très beaux échantillons de mélanite brun rouge; les cristaux, $b^1 a^2$, tapissent les druses d'un mélange de mélanite, de chlorite, de magnétite, de sidérite, etc.

PYROPE (T. I, p. 235).

Pyrénées. — Les roches renfermant du pyrope, parfois bordé de kélyphite, signalées page 238, sont celles que j'ai décrites plus récemment sous le nom d'*ariégites*; elles constituent dans la lherzolite des ségrégations ou des filons. À citer, encore dans l'*Ariège*, la vallée de Suc, dans la *Haute-Garonne*, le Tuc d'Ess.

ALMANDIN (T. II, p. 230).

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Une variété d'éclogite de Piedpain en Saint-Philbert-de-Grandlieu, constituant une magnifique pierre d'ornementation, est remarquable par ses cristaux rouges d'almandin, cerclés de chlorite d'un vert sombre, qui jouent le rôle d'élément porphyroïde au milieu d'omphazite vert pâle et de disthène bleu.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'almandin est très abondant dans tous les schistes micacés des environs du lac de Caillaouas (b^1 ; $b^1 a^2$; a^2). Des cristaux, b^1 , de 3 cm. de diamètre y ont été rencontrés.

Ariège. Des cristaux, a^2 , atteignant 1 cm. de diamètre, se rencontrent dans les aplites de la haute vallée d'Ascou.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Gros cristaux rouges, a^2 , dans la pegmatite de Pradelles.

Cantal. Des cristaux de la même forme se trouvent, avec tourmaline, muscovite, andalousite, dans la pegmatite de Sal-Bas près Saint-Mary.

Puy-de-Dôme. M. Gonnard m'a communiqué de jolis cristaux d'almandin rouge groseille, a^2 , tapissant les fissures d'une pegmatite en filon dans le gneiss de Chassolles-en-Apchat.

De gros cristaux, a^2 , très nets d'almandin, atteignant 5 cm. de diamètre, ont été trouvés dans la pegmatite des environs de Saint-Germain-Lherm : des cristaux moins gros forment aussi des plaques de plus d'un décimètre de plus grande dimension.

Loire. Jolis cristaux d'almandin dans une pegmatite affleurant près de la bifurcation des routes de Valfleuri et de Fontanet, près du Grand Quartier.

Rhône. Cristaux, a^2 , de 1 cm., aux environs de Mornant, dans les pegmatites du pénitencier d'Oullins renfermant de la dumortierite ; jolis cristaux transparents, b^1a^2 , avec béryl et tourmaline au tunnel du Marand près Lozanne.

Côte-d'Or. Cristaux, a^2 , dans pegmatite de Baume-La-Roche près Dijon.

Algérie. — *Oran.* Jolis cristaux transparents (a^2) violacés aux environs de Tlemcen.

Afrique Occidentale. — *Côte d'Ivoire.* De gros cristaux, a^2 , se trouvent dans les gneiss micaschisteux des environs de Grabo. M. Chevalier a recueilli dans les ruisseaux de nombreux cristaux isolés, à clivages p très faciles.

Dahomey. M. Hubert a signalé des cristaux d'almandin de plusieurs centimètres de diamètre dans le micaschiste de Savé.

Madagascar. — L'almandin est très abondant dans les granites et les pegmatites de l'île ; je citerai en particulier les pegmatites à grandidiérite des falaises d'Andrahomanana près Fort-Dauphin (almandin rouge foncé), les aplites à almandin d'un rose violacé pâle du pays Mahafaly (notamment près Ampanihy, aux environs d'Ambatomitikititsa sur le chemin de Betampisa) ; la rivière Fandramanana dans le pays Bara ; Ifempina dans la région d'Ambositra ; le Nord-est d'Antoby

dans le district d'Ambohimasina (gros cristaux a^2), le sud de Mafaitsa (rive gauche de l'Ambinanitelo, affluent du Tsimandoa), etc.

La collection du Muséum doit à M. Mouneyres un cristal de tourmaline noire mesurant 9 cm. \times 5 cm. sur le milieu duquel est implanté un cristal parfait a^2 (211) d'almandin de 2 cm. de diamètre (fig. 1). Cet échantillon accompagnait le béryl bleu dans le quartz rose de la pegmatite de Tongafeno (près Betafo).

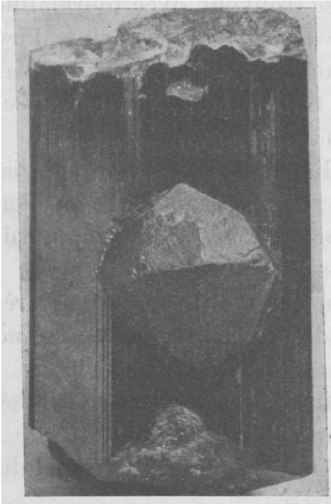


Fig. 1.
Trapézoèdre d'almandin implanté sur tourmaline noire. Tongafeno. (Photographie réduite d'environ $1/3$.)

L'almandin se rencontre assez fréquemment dans les pegmatites du massif du mont Bity, mais il s'y trouve rarement en beaux cristaux.

Il est extrêmement abondant dans les gneiss acides ou basiques de la grande île. J'ai examiné des cristaux particulièrement beaux dans les gneiss amphiboliques de la rivière Sakatovo (côte nord-est) et du pays Mahafaly aux environs d'Ampanihy. En général, l'almandin des gneiss amphiboliques constitue des cristaux, avec ou sans formes nettes (b^1 et a^2), atteignant 4 ou 5 cm. de diamètre : ils sont souvent cerclés

de kélyphite et fréquemment de couleur plus foncée que dans les gneiss acides.

De très jolis cristaux, b^1 , facilement isolables, se rencontrent en abondance dans des phyllades métamorphiques d'Ikongo à 55 km. sud sud-est de Fianarantsoa.

Tonkin. — L'almandin est abondant (a^2 dominant) dans les pegmatites et les micaschistes du haut Fleuve Rouge et de la vallée de Nam-Ty, ainsi que dans les alluvions du Fleuve Rouge, surtout entre Lao-Kay et Yen-Bay (notamment au Tac-Hai près de Traï-Hutt (Dupouy, *op. cit.*, 42).

Gisements incertains.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* M. Hintze indique (*Hand-*

buch Miner. II. 73.), sans références, les trachytes du rocher du Capucin, du Puy de Poujet (?) et du puy de la Croix Morand comme gisement d'almandin. Ce minéral ne peut se rencontrer dans ces roches que comme élément d'enclaves énallogènes et notamment de gneiss ; c'est dans ces conditions que je le connais d'ailleurs dans les enclaves de gneiss à cordiérite du Capucin.

SPESSARTINE (T. I, p. 254).

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Les carrières de pegmatite de Mazataud en Bessines renferment des cristaux agglomérés de spessartine associés à du wolfram tantalifère et à de l'apatite verte, semblables à ceux de la Vilate décrits page 256 et qui, eux aussi, sont parfois accompagnés d'apatite.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Des masses compactes, d'un jaune de soufre, de spessartine sont associées à la rhodonite de la mine de Nabias à Adervielle.

Algérie. — *Oran.* Je dois à M. L. Gentil de fort jolis cristaux (a^2) de spessartine rouge, qui tapissent les lithophyses des rhyolites du Bled Chaaba. Ces cristaux par leur couleur, leur forme et leur mode de gisement sont tout à fait identiques à ceux de Nathrop au Colorado.

Madagascar. — M. Dabren m'a remis des fragments transparents de spessartine d'un beau jaune orangé provenant d'une pegmatite à feldspath kaolinisé renfermant de la tourmaline polychrome et du béryl rose et se trouvant au Mont Tsimanankarana. Sa densité est de 4,18 (*B. S. M.* XXXIII. 37. 1910).

C'est du gisement voisin de Tsilaizina que provient une spessartine, jaune de miel ou brunâtre, susceptible d'être taillée comme gemme, qui a été analysée par MM. Duparc, Sabot et Wunder (*Arch. sc. phys. et nat. Genève*, XXXIX. 64.1910) : SiO_2 35,76 ; $\text{Al}^2 \text{O}_3$ 21,06 ; $\text{Fe}^2 \text{O}_3$ 1,78 ; MnO 39,40 ; CaO 1,23 ; MgO 0,46 ; TiO_2 0,10 et dont l'indice de réfraction (n) est de : 1,7998 (Na), 1,7989 (Li).

Le même grenat se trouve en gros cristaux fendillés, cerclés de tourmaline verte et bleue, dans la pegmatite à amazonite de Vohidahy, ainsi que dans celle de Maharitra et en petits grains dans la pegmatite d'Antsangambato.

DIOPTASE (T. I, p. 257).

Congo. — Depuis la publication du tome I, d'actifs travaux de recherche ont permis de préciser les conditions de gisement des gîtes cuprifères du bassin du Niari, dont fait partie Mindouli. Ils sont situés à peu de distance de l'ancienne route de caravanes reliant Brazzaville à la côte et s'étendent sur la rive gauche du fleuve sur 80 km. de longueur depuis Mindouli à l'est, jusqu'aux environs de M'Boko Songo à l'ouest. Je dois les renseignements qui suivent à M. Lucas tout d'abord, — ce sont ceux que j'ai donnés dans une note récente (*B. S. M.* XXXI. 247. 1908) —, puis à M. de Romeu, qui vient de faire une étude approfondie de cette région.

Elle est constituée par des calcaires ondulés, probablement paléozoïques, recouverts par des grès qu'ont ravinés des formations alluvionnaires ou latéritiques. Les calcaires, gris et compacts, renferment à leur partie supérieure des amas de minerais de cuivre; souvent aussi sur 8 à 10 m. d'épaisseur, cette partie supérieure des calcaires est parcourue par un réseau de petites fentes minéralisées. Les grès, verdâtres à la base, rouges au sommet, sont parfois aussi cuprifères. Entre eux et les calcaires, s'observe une zone d'altération, constituée par une argile rouge ou une argile noire manganésifère et cuprifère.

Le minerai originel est constitué par la chalcosite, par places associée à de la galène et à de la blende, minéraux intéressants surtout au point de vue théorique en ce que leur présence permet d'interpréter l'existence de la cérusite, de la wulfénite, de la willémitte, de la smithsonite parmi les nombreux produits d'oxydation, qui sont surtout cuprifères.

M. de Romeu a constaté que les calcaires ont été le siège d'une silicification très intense et l'on s'explique dès lors l'abondance, parmi les produits oxydés, des deux silicates caractéristiques de ces gisements, la dioptase, et le nouveau minéral, que j'ai nommé *planchéite*; ce dernier, à la description duquel je renvoie, est le plus abondant des deux. Les autres minéraux secondaires sont le cuivre natif, la cuprite, le chrysocole, la cérusite, la wulfénite, la pyromorphite, l'argent natif et, comme grande rareté, la pseudomalachite et la leucochalcite.

Les principaux gisements de dioptase et de planchéite se trouvent particulièrement dans la moitié orientale du bassin cuprifère du Niari; ce sont, en allant de l'est à l'ouest, Mindouli, Tchikoumba et Pimbi.

Celui de Mindouli est situé à 9 km. environ au sud-est du poste de Comba, sur les flancs nord et nord-est de la montagne, qui domine de 300 à 400 m. la plaine du Niari, et sur lesquels on peut le suivre sur une longueur de 1500 mètres. C'est dans les bandes argileuses rouges et noires, qu'ont été découvertes les plus belles géodes de diop-tase, associées à des cristaux de quartz ; le plus grand nombre pro-viennent des bords du Ruisseau aux diop-tases, où se voient de nombreux puits indigènes. On trouve cependant aussi à Mindouli la diop-tase au

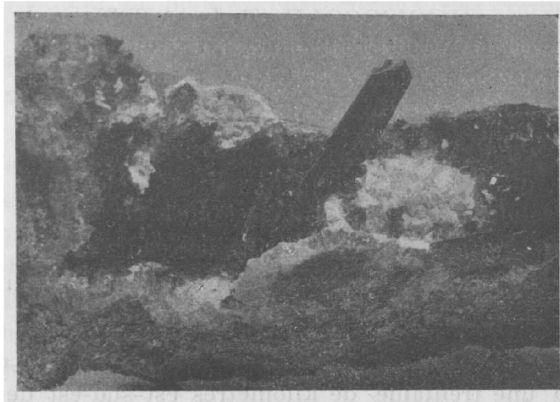


Fig. 1.

Cristal de diop-tase dans géode de calcite de Pimbi. (*Réduction de moitié environ.*)

milieu de calcaires et plus rarement dans les grès : c'est dans ce der-nier genre de gisement qu'elle est associée à la planchéite.

A Pimbi, gisement situé à 40 km. environ à l'ouest de Comba et à 6 km. au sud du Niari, la diop-tase a été rencontrée exclusivement dans les calcaires minéralisés, accompagnée d'une façon presque cons-tante par de la planchéite. Elle tapisse des géodes, dans lesquelles elle est souvent associée en cristaux admirables, au quartz et à la césusite, à la calcite, elle présente parfois une couleur d'un vert clair fort joli et très particulier, qui permet de la différencier de la diop-tase des autres gise-ments. Les cristaux de Pimbi sont très allongés en suivant l'axe vertical, riches en hémiscalénoèdres ; la collection du Muséum pos-sède une géode dans laquelle se dresse un cristal 6 cm. \times 1 cm. (fig. 1).

Entre Pimbi et Mindouli, au tiers de la route à partir de ce dernier point, se trouve le gisement de Tchicoumba, dans lequel les plus belles géodes de diop-tase ont été rencontrées au milieu de la terre noire.

Enfin, tout récemment, un nouveau gisement de diopside, accompagnant aussi la chalcosite dans des calcaires, a été découvert à une dizaine de kilomètres de la rive droite du Djoué, affluent du Congo, et à environ 60 km. au nord-ouest de Brazzaville.

M. F. Zambonini a étudié (*Att. R. Acc. Scienz. Napoli*, XIV. n° 4 1908) la loi de déshydratation de la diopside de Mindouli et il admet que ce minéral n'est pas un orthosilicate, mais a pour formule $\text{Cu SiO}^3 \text{H}^2\text{O}$: l'eau existant à l'état de solution solide dans le métasilicate.

CHRYSOCOLE (T. I, p. 263).

J'ai observé de la chrysocole concrétionnée verte sur le bois fossile de Malvielle près Bédarieux (*Hérault*) (voir à chessylite). Le même minéral est assez abondant à Mindouli (*Congo*).

PREHNITE (T. I, p. 264).

Pyénées. — *Basses-Pyrénées.* La prehnite et le grossulaire épigénisent les plagioclases d'une diorite en filon dans la picrite d'Adé.

Algérie. — *Oran.* Le pointement triasique des environs de Sidi-Chaïb, à une trentaine de kilomètres est-sud-est de la gare de Magenta (voie ferrée de Sidi-Bel-Abbès à Ras-el-Ma), m'a fourni (*B. S. M.* XXXII. 53. 1909) des blocs de prehnite fibrolamellaire et des fragments d'une labradorite (porphyrite très altérée), dont tous les plagioclases sont épigénisés par la prehnite fibreuse allongée suivant l'axe *a* ; des géodes renferment des cristaux lamelleux du même minéral très aplatis suivant *p* et allongés suivant l'axe *b*.

Réunion. — J'ai observé de la prehnite fibreuse associée à la delessite dans un bloc de diabase ophitique, provenant des tufs basaltiques de l'île.

Madagascar. — De petits cristaux, d'un jaune vert, accompagnent l'épidote, sur de gros trapézoèdres d'analcime, qui tapissent eux-mêmes les cavités d'une monchiquite, en filon dans les syénites néphéliniques du ravin d'Antsohanina (massif du Bezavona).

Guyane. — La collection du Muséum possède un échantillon de prehnite mamelonnée, recouvrant une diabase des environs de Cayenne.

3° Dans les calcaires métamorphiques.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai trouvé (*B. S. G.* XI. No 71. 53. fig. 15. 1900 et *B. S. M.* XXVI. 22. 1901) dans les calcaires dévoniens métamorphisés par le granite du massif du Néouvielle (notamment au ravin d'Ourditz et au col du Tourmalet) la prehnite constituant des lentilles de 1 à 3 mm. de diamètre, quelquefois empilées, souvent groupées en rosettes; elles ont une structure pocilitique, englobent la calcite, un pigment charbonneux, des grains de grenat et de zoïsite. Elles sont parfois épigénisées par ce dernier minéral.

Cette prehnite, de forme inusitée, parfois accompagnée de cristaux nets d'axinite, est d'autant plus noire que le calcaire qui la renferme l'est davantage. Dans la zone de contact immédiat, où le calcaire est devenu marmoréen et blanc, elle se présente sous une autre forme, celle de masses fibreuses blanches, concrétionnées, devenant mame-lonnées, quand elles se trouvent dans les fentes. Cette variété est particulièrement abondante aux pics d'Arbizon et de Montfaucon.

J'ai trouvé aussi la prehnite comme élément microscopique des cornéennes feldspathiques à grenat des contacts granitiques de Bordères, dans la haute vallée du Louron.

AXINITE (T. I, p. 277).

Alpes. — *Isère.* MM. Offret et Gonnard ont signalé (*C. R.* CXVI. 1403. 1893 et *B. S. M.* XVI. 75. 1893) dans l'axinite de l'Oisans les formes nouvelles suivantes : ^{25}h (13.12.0), ^{17}h (980), $^{9/8}h$ (17.1.0.), $^{9/7}h$ (810), h^4 (530), $h^{15/2}$ (17.13.0), h^{10} (11.9.0), h^{12} (13.11.0), $g^{21/20}$ (1.41.0), c^{28} (1.1.56), c^4 (1.1.16), $c^{9/4}$ (2.2.9); on voit que toutes se trouvent dans les deux zones, remarquables par leurs stries, aussi, étant donnée la complication de leur symbole, peut-être y a-t-il lieu de faire quelques réserves sur la signification de certaines d'entre elles.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai précisé (*B. C. F.* XI. n° 71. 58. 1900) l'origine et la composition des roches à axinite (*limurites*) et montré qu'elles résultent toujours du métamorphisme de calcaires dévoniens par le granite ou qu'elles forment des filonnets d'origine pneumatolitique dans le granite au voisinage de ces contacts.

Au ravin d'Ourditz, près du col du Tourmalet, j'ai rencontré au delà de cette zone des limurites et, plus loin du granite, des calcaires à

prehnite, encore riche en matière carburée et contenant des cristaux nets à formes communes d'axinite noire.

Tonkin. — M. Dupouy a rencontré (*op. cit.* 43) de l'axinite, associée à du quartz et à de l'épidote, en veinules dans des gabbros de la rivière Noire aux environs de Van-Yen.

GROUPE DES MICAS

BIOTITE ET PHLOGOPITE (T. I, p. 310).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Il faut ajouter les andésites supérieures du Mont-Dore (Plateau de l'Angle, les Egravats, carrière de la Grande scierie, etc.) aux roches volcaniques, dans les pores desquelles se trouve de la biotite d'origine pneumatolitique.

Madagascar. — La phlogopite abonde dans tous les cipolins de l'île et notamment dans ceux contenant des minéraux du groupe de la humite. Elle s'y rencontre parfois en très grandes lames, telles que celles du col d'Ampikaza et d'autres points de la région de Fort-Dauphin, qui atteignent 11 c. de diamètre. A citer encore Tananarive, ainsi que le pays Mahafaly (environs d'Ampanihy, etc.)

Antilles. — *Martinique.* Belles lames hexagonales de biotite, souvent résorbées sur les bords (1 cm.) dans les dacites des pitons du Carbet, du grand Ilot, de l'îlot du Diamant, etc.

ZINNWALDITE (T. I, p. 334).

Madagascar. — MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné (*Mém. soc. phys. Genève*, XXXVI. 369. 1910) l'analyse et les mesures optiques suivantes de la zinnwaldite d'un brun verdâtre, dont les grandes lames accompagnent la lépidolite dans la pegmatite à tourmaline polychrome d'Antaboka, près Mandrarivo.

SiO₂ 45,88; Al₂O₃ 20,80; Fe²⁺O 0,97; FeO 9,65; MnO 1,74; MgO 0,13; K₂O 9,41; Na₂O 0,96; Li₂O 3,78; F 5,12; H₂O 1,48 = 99,62.

n_g	n	n_p	$n_g - n_p$	$2E$	$2V$	
1,6521	1,6476	1,5880	0,0641	52° à 57°	31° à 34°	(Na)

MUSCOVITE (T. I, p. 334).

Composition chimique. Analyses a) de la muscovite accompagnant le béryl de Biauchaud, par M. Barbier (*B. S. M.* XXXIII. 77. 1910), b) de la muscovite (damourite) compacte d'Ambazac (tome I, page 346)

par M. Godchaux; *c*, d'une muscovite compacte paraissant ressembler à la précédente et formant avec quartz des nodules dans les schistes à séricite de Montrambert (*Loire*); sa densité est de 2.783 (G. Friedel. *B. S. M.* XXI. 133. 1898) (voir aussi p. 740).

	SiO ²	Al ² O ³	Fe ² O ³	MgO	CaO	K ² O	Na ² O	Li ² O	H ² O
<i>a</i>	48,87	36,68	2,06	0,29	»	10,56	1,48	tr.	» = 99,94
<i>b</i>	45,84	34,05	1,67	tr.	0,60	10,62	2,35	»	4,70 = 99,83
<i>c</i>	45,77	37,70	1,98	0,89	0,95	7,66	0,75	»	4,51 = 100,21

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret a trouvé de la fuchsite dans l'éclogite de Fay.

Ardennes et Vendée. — M. J. de Lapparent a étudié (*B. S. M.* XXXII. 229. 1909), à l'occasion des porphyroïdes de ces régions, le mécanisme de la décomposition des feldspaths en micas et a cherché à établir que la séricite se forme essentiellement dans les plagioclases, grâce à l'apport de potasse, consécutif à la décomposition de l'orthose ou du microcline voisins.

Maine. — *Mayenne.* Le même auteur a aussi étudié la roche, quelquefois désignée sous le nom de *blaviérite*; il la considère comme un tuf rhyolitique altéré. De ses analyses, il résulte que la teneur en potasse est beaucoup plus grande que celle fournie par les anciennes analyses (tome I, p. 355) et que, par suite, le produit micacé qui la caractérise doit être rapporté à la *séricite* et non à la *paragonite*.

Plateau Central. — *Corrèze.* Les pegmatites de la carrière du puy Moret près Batizon, à 3 km. sud-est de Lubersac, renferment des lames de muscovite assez planes et assez larges pour pouvoir être exploitées industriellement: je dois à M. P. Gautier des cristaux épais de plusieurs centimètres et mesurant 15 centimètres de diamètre; elle englobe parfois de gros cristaux verts et fendillés d'apatite.

Afrique Occidentale. — *Soudan.* M. Vuillet m'a remis une jolie fuchsite schisteuse recueillie au contact du granite entre Baouïga et le marigot Kassini dans le cercle de Ouagadougou.

Côte d'Ivoire. La muscovite abonde dans cette colonie, surtout formée par des roches granitiques et gneissiques; de beaux échantillons en particulier se trouvent à Sokboloubou.

Dahomey. Il en est de même pour cette région, notamment près de Tchaourou et de Djougou et du voisinage du Niger.

Madagascar. — La muscovite est fréquente dans les pegmatites et le quartz de pegmatites. J'en ai vu des lames ou des cristaux très beaux provenant de Betainiomby et d'autres points à l'est d'Analava, puis du nord-ouest de l'île, de la vallée de la Loky; dans l'Imérina, elle est fréquente dans les pegmatites à béryl et tourmaline noire et y est parfois palmée (environs d'Antsirabé, plateau d'Ampatsakana, etc.). A citer enfin les environs de Fort-Dauphin à l'extrême sud. J'ai ouï dire que des grandes lames, utilisables dans l'industrie, avaient été exportées de la Grande-Ile, mais je n'ai pu vérifier cette indication.

La fuchsite se rencontre dans des quartzites du bassin du Mananjara, elle constitue des micaschistes au confluent de la Mandrina et de la Lokotra.

Nouvelle-Calédonie. — Les micaschistes de la vallée du Diabot renferment, près de Balade, de grandes lames de muscovite, qui englobent pocillitiquement un grand nombre de cristaux d'almandin, uniformément distribués, apparaissant sur les clivages sous forme de petits points brillants. La fuchsite, d'un vert foncé, abonde dans les glaucophanites (Balade), et dans les épidotites (Galarino).

7° Dans des filons.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La muscovite se rencontre avec mispickel et or natif dans un filon de quartz à Beslé.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Des masses importantes d'une muscovite, colorée en vert clair par du chrome, se rencontrent dans la granulite au voisinage du filon de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

LÉPIDOLITE (T. I, p. 335).

Plateau Central. — *Tarn.* La lépidolite de Castelnau-de-Brassac accompagne la rubellite décrite plus haut: ses lames atteignent 4 mm. de diamètre; l'analyse suivante est due à M. Arsandaux (*op. cit.*).

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	(K Rb Cs) ₂ O	Li ₂ O	H ₂ O	F
51,0	26,2	tr.	11,4	5,9	2,2	6,2 = 102,9.

Haute-Vienne. J'ai décrit (*B. S. M. XIV. 30. 1901*) les curieuses roches à lépidolite de La Chèze, en Ambazac, et de Saint-Sylvestre, qui ne sont que des cas particuliers de pegmatites. Il existe deux types: 1° granulites à grands éléments, riches en paillettes de lépidolite atteignant souvent 1 cm.; 2° roches essentiellement constituées par de fines

paillettes de lépidolite et rappelant celle de Rosena en Moravie. Dans les carrières du Coudier, cette dernière roche renferme localement des cristaux porphyroïdes de topaze atteignant 1 cm.

Il existe aussi à Larmonit en Saint-Sylvestre de très remarquables filons à structure zonée ; au contact avec le granite, se trouve une zone uniquement formée par de grands cristaux d'albite et parfois de béryl de 2 cm. appliqués sur la paroi, avec du quartz, un peu de columbite tantalifère et de cassitérite, puis se succèdent alternativement des zones riches en lépidolite et d'autres, uniquement constituées par de l'albite et du quartz.

Madagascar. — J'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 225. 1908) que la lépidolite blanche, rose, ou d'un violet très pâle rappelant la couleur d'eau légèrement colorée par de l'encre d'aniline, est un des micas prédominants des pegmatites à rubellite de la région du Mont Bity; j'ai vu des lames isolées provenant de Maharitra, qui mesurent 15 cm. de diamètre.

Le même minéral forme aussi des agrégats de petites lamelles rosées, enchevêtrées, remplissant les cavités des mêmes filons et englobant des aiguilles de rubellite rose pâle, ainsi que des cristaux de bityite.

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné (*op. cit.*, 367, voir à tourmaline) les résultats suivants obtenus sur la lépidolite en grandes lames se trouvant à Antsangambato (*a*) et à Antaboka (*b*) dans les mêmes conditions qu'à Maharitra.

	<i>a</i>		<i>b</i>			
	SiO ₂ . . .	53,97	57,25			
	Al ₂ O ₃ . . .	17,70	17,65			
	Fe ₂ O ₃ . . .	0,68	0,51			
	MgO . . .	0,09	0,17			
	MnO . . .	0,58	0,24			
	K ₂ O . . .	10,14	10,11			
	Na ₂ O . . .	0,82	0,78			
	Li ₂ O . . .	4,74	5,42			
	F	7,12	6,28			
	H ₂ O . . .	2,24	1,38			
		<u>100,03</u>	<u>99,79</u>			
	Densité . . .	2,799	2,804			
	D_g	D_m	D_p	D_g D_p	2E	2V
<i>a.</i>	1,5362	1,5522	1,5318	0,0244	74°26'	45°50'
<i>b.</i>	1,5621	1,5570	1,5308	0,0314	74°	45°24'

PARAGONITE

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Sous le nom de *hallérite*, M. Ph. Barbier a décrit (*C. R.* CLVI. 1220. 1908) un mica blanc des pegmatites de Mesvres formant des lames de 1 cm. de diamètre, qui offrent tous les caractères extérieurs de la muscovite. La composition suivante en fait une variété de *paragonite*: SiO_2 49,18 ; Al_2O_3 36,56 ; Fe_2O_3 2,19 ; Na_2O 7,63 ; K_2O 3,19 ; Li_2O 1,26 = 99,94. Perte au feu 4,60, pas de fluor.

MINGUÉTITE

J'ai montré récemment (*B. S. M.* XXXIII. 270. 1910) que le minéral de la mine de magnétite de Minguet près Segré (*Maine-et-Loire*), que j'ai signalé page 363 du tome I comme biotite et que je dois à M. Davy, est en réalité un minéral nouveau, intermédiaire entre la biotite (lépidomélane) et la stilpnomélane. La formule : $(\text{Fe,Al})^8(\text{Fe, Mg})^8(\text{K,Na})^2\text{H}^{16}\text{Si}^{17}\text{O}^{63}$ peut être déduite de l'analyse suivante, faite par M. Pisani.

SiO_2	43,65
Al_2O_3	5,22
Fe_2O_3	18,80
FeO	19,00
MgO	3,22
CaO	0,94
Na_2O	0,66
K_2O	3,00
H_2O	6,00
	<hr/> 100,49

La minguétite est presque uniaxe, optiquement négative; elle possède le pléochroïsme des micas; elle est presque opaque suivant n_g .

Elle fond au chalumeau en un émail noir, magnétique. Dans le tube, elle perd la totalité de son eau au rouge sombre; elle est facilement et complètement attaquée par l'acide chlorhydrique à chaud, en conservant sa forme (lamelles nacrées de silice hydratée). La densité minimum est de 2,86.

CHLORITOÏDE

Normandie. — *Orne.* L'*ottrélite* se trouve en petites lamelles dans les schistes siluriens métamorphisés par le granite à Saint-Barthélemy près Alençon (de la Durandière. *B. S. M.* XVIII. 169. 1895).

Plateau Central. — *Allier.* M. Albert Michel Lévy a signalé (*B. C. F.* XVIII. 428. 1908) un gisement du même genre au moulin à vent de Saint-Léon : les lames losangiques d'ottrélite ont de 1 à 2 mm. de diamètre.

GROUPE DES CHLORITES

CLINOCHLORE (T. I, p. 379).

Le nom de *mauléonite*, indiqué page 383 du tome I, a été proposé par Leymerie (*Minér.* II. 243. 1867).

Algérie. — *Alger.* La leuchtenbergite est aussi abondante dans les calcaires métamorphisés par les ophites de l'Algérie que dans ceux des Pyrénées. Je signalerai en particulier le gisement de Letourneux à ajouter à celui signalé page 384.

PENNINE (T. I, p. 384).

Il y a lieu d'inverser les couleurs d'absorption de la pennine négative, données page 385 pour n_g et n_m d'une part, et n_p de l'autre.

Algérie. — *Constantine.* Certaines des druses de l'andésite quartzifère de Bou Serdoun, près Collo, renferment de grandes lames nacrées d'une chlorite, ressemblant à la leuchtenbergite des Pyrénées, mais ayant le signe optique négatif ; elles sont accompagnées de delessite et d'analcime, mais ne sont pas associées à la datholite du même gisement.

RIPIDOLITE (T. I, p. 388).

Plateau Central. — *Corrèze.* M. Puyaubert m'a communiqué de bons échantillons de ripidolite tapissant les fentes du granite au voisinage du village de Mulatet sur la route de Brive.

DELESSITE (T. I, p. 394).

Vosges. — Les dernières lignes du *Traité de Minéralogie* de Dufrénoy (III. 790. 1847) sont consacrées à une substance qu'il appelle la *dumasite* : elles sont ainsi conçues. « M. Délesse a donné ce nom à un minéral, qui tapisse les cavités et les fissures de certains mélaphyres des Vosges, et qui forme en outre de petits nids ; je n'ai pas eu l'occasion d'en étudier d'échantillons, je sais seulement qu'elles constituent de petites lamelles verdâtres, tendres, plus ou moins agrégées, qui ont de l'analogie avec la ripidolite ».

Il est vraisemblable qu'il s'agit là du minéral de Mielin, dont l'analyse est donnée page 395 du tome II, minéral que Delesse a décrit en 1847 sous le nom de *chlorite ferrugineuse* et que Naumann a désigné l'année suivante sous celui de *delessite*; je ne crois pas que Delesse ait imprimé ce nom de *dumasite*, qui n'a d'ailleurs été cité par aucun des auteurs français, Delafosse, Des Cloizeaux, dont les Traités de Minéralogie sont postérieurs à celui de Dufrénoy : ce terme doit donc être rayé de la nomenclature.

GLAUCONIE

D'intéressantes observations sur la glauconie et spécialement sur celle du nord de la France ont été données par M. Cayeux dans sa Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires (*Mém. Soc. géol. Nord.* IV. Mém. n° 2. 163. 1897).

SÉRIE MUSCOVITE-KAOLINITE (T. I, p. 334-461).

Afrique Occidentale et Equatoriale. — Dans une série d'études sur la latéritisation au *Soudan*, en *Guinée* et au *Congo*, M. Arsандаux a montré (*C. R.* CXLIX. 682. et 1082. 1909 et CL. 1698. 1910) que toutes les terres rouges de ces régions tropicales ne sont pas constituées par les hydrates d'aluminium et de fer, mais que souvent, après élimination des minéraux inattaquables (quartz, etc.) ou inattaqués, elles se montrent formées en grande partie par des silicates à structure micacée, de composition variable, oscillant entre un type voisin de la muscovite et une véritable kaolinite, soit qu'il existe véritablement une série de variétés de muscovite, dans lesquelles une proportion variable de potassium est remplacée par de l'hydrogène, soit qu'il se forme d'abord de la muscovite normale qui, par altération, se transforme peu à peu en kaolinite. Voici une série d'analyses d'échantillons provenant de Siguiri (*Haut-Sénégal-Niger*), où la roche originelle paraît avoir été un microgranite.

SiO ₂	44,9	46,4	45,0	44,5	44,6
TiO ₂	1,0	0,7	1,3	1,5	0,9
Al ₂ O ₃	37,9	35,9	37,1	38,2	35,8
CaO+MgO	1,1	1,3	1,0	0,9	0,9
K ₂ O	6,9	4,3	3,3	1,5	0,5
Na ₂ O	0,9	1,8	0,4	0,4	0,4
H ₂ O	7,6	8,9	11,4	12,5	16,6
	<u>100,3</u>	<u>99,3</u>	<u>99,5</u>	<u>99,5</u>	<u>99,7</u>

M. Arsandaux a en outre suivi les variations de la teneur en hydrates libres de la roche, accompagnant ces variations de composition chimique de son minéral essentiel.

Plateau Central. — Peut-être est-ce à une série de ce genre qu'il y aurait lieu de rapporter la *leverriérite* et aussi le minéral, décrit comme kaolinite par M. Friedel, dont il est question page 748.

Loire et Gard. M. Termier a complété (*B. S. M.* XII. 28. 1899) la description de la *leverriérite*, donnée tome I, page 469. L'analyse du minéral du puits Fontannes à Rochebelle est la suivante; densité 2,590.

SiO ²	Al ² O ³	Fe ² O ³	MgO	CaO	K ² O	P. f.
49,90	37,02	3,65	0,30	tr.	1,43	8,65 = 100,65

Les indices de réfraction, mesurés par M. Wallerant sur un échantillon du Quartier Gaillard à Saint-Étienne, dans lequel $2 E = 0$ à 50° , sont les suivants: $n_g = n_m = 1,582$; $n_m = 1,554$; $n_g - n_p = 0,028$.

GROUPE DE L'ANTIGORITE

NÉPOUITE¹



Orthorhombique.

Formes observées et facies. Se trouve sous forme de poudre cristalline ou de groupements vermiculés, rappelant ceux de la *ripidolite* (*helminthe*); ils sont constitués par des lamelles (h^1) grossièrement hexagonales, ayant de $1/10$ à $2/10$ de millimètre.

Clivages. Clivages, micacé suivant $h^1(100)$ (notation prise par analogie avec l'*antigorite*), net suivant $g^1(010)$; cassure ou clivage suivant une direction de la zone pg^1 faisant environ 60° avec g^1 .

Dureté. 2 à 3 (?).

Densité. 2,47 à 3,24, d'autant plus grande que la teneur en nickel est plus élevée.

Coloration et éclat. La couleur varie également avec la teneur en nickel; elle oscille entre le vert jaune pâle et le vert vif. Poussière vert plus ou moins foncé.

Éclat un peu nacré sur le clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques dans $g^1(010)$; bissec-

1. A placer dans la systématique, après l'*antigorite*. T. I, p. 431.

trice aiguë *négative* (n_p), sensiblement normale au clivage facile h^1 (100) : deux axes optiques très rapprochés et parfois uniaxie, due à des entrecroisements de lames. Dans l'échantillon, dont l'analyse est donnée en *a*, la biréfringence $n_g - n_p$ est de 0,038 : elle s'abaisse dans les types moins nickelifères.

Pléochroïsme. Pléochroïsme faible dans les teintes suivantes :

n_g = vert jaune.
 n_p = vert vif.

Composition chimique. Dans la formule donnée plus haut, le rapport Ni : Mg est assez variable.

Analyses par M. Glasser (*op. cit.*).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
SiO ₂	32,36	33,03	35,05	40,07
NiO	50,70	46,44	39,99	48,24
MgO	3,00	6,47	11,80	29,84
FeO	0,62	2,20	1,22	0,25
CaO	tr.	tr.	0,58	0,53
Al ₂ O ₃	0,69	1,39	1,13	0,72
H ₂ O	12,31	10,61	10,05	11,98
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,68	99,81	99,82	101,60
Densité.	3,20	3,18	2,89	2,47

La népouite offre une grande analogie de propriétés optiques avec la *connarite* (comarite) décrite par Breithaupt d'après des échantillons provenant de Röttis en Silésie, mais la composition centésimale est différente ; les deux espèces sont distinctes, si l'analyse de Breithaupt représente bien la composition du minéral allemand.

Essais pyrognostiques. Comme la nouméite. Par calcination, la couleur passe au gris plus ou moins foncé suivant la teneur en nickel, puis au jaune, enfin au gris verdâtre. La calcination ne modifie pas les propriétés optiques.

Diagnostic. La népouite se distingue de la nouméite par sa structure cristalline, par la forme vermiculée que présentent parfois ses agrégats et par ses propriétés optiques. Le minéral ne possède pas la structure concrétionnée et l'éclat gras si fréquents dans la nouméite ; il est le plus souvent terne et âpre au toucher.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Nouvelle-Calédonie. — La népouite qui, on le voit par ses propriétés, est une antigorite nickélfère, a été trouvée par M. E. Glasser (*C. R.* CXLIII. 1173. 1906) dans la mine de Népoui sous deux formes différentes : 1^o sous celle d'une poudre cristalline très fine au milieu de nouméite remplissant les fentes d'une péridotite altérée; 2^o en masses à structure vermiculée, accompagnant de la nouméite concrétionnée sur les parois d'une cheminée ouverte au milieu de blocs de même nature. J'ai trouvé dans la collection du Muséum un échantillon du même minéral provenant de Thio.

CHRYSOTILE (T. I, p. 435).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* La serpentine de Coureuges en Saint-Prejet-Armandon est traversée par des veinules de chrysotile jaune d'or atteignant jusqu'à 2 cm. d'épaisseur.

Nouvelle-Calédonie. — Le gisement de nouméite de Tiebaghi a fourni un minéral d'une belle couleur verte, formant une masse fibrolamellaire rigide d'un décimètre de longueur.

Sa composition est la suivante, d'après une analyse de M. Arsan-daux: SiO_2 42,8; FeO 2,9; NiO 3,1; MgO 36,2; H_2O 12,8 = 99,8. Elle correspond à une variété nickélfère de chrysotile.

DEWEYLITE (T. I, p. 438).

Nouvelle-Calédonie. — La deweylite paraît être assez abondante dans certaines serpentines de l'île: la collection du Muséum renferme un échantillon de plus d'un kilogramme provenant de la baie Ounié. Il est jaune clair, translucide; les propriétés optiques sont celles que j'ai exposées page 438; l'analyse suivante en a été faite dans mon laboratoire par M. Stoyanoff: SiO_2 44,56; FeO 0,50; MgO 36,30; H_2O 18,00 = 99,86. Elle ne donne qu'approximativement la composition du minéral, qui est mélangé d'un peu de serpentine colloïde de densité voisine.

NOUMÉITE (T. I, p. 444).

Nouvelle-Calédonie. — J'ai décrit (*B. S. M.* XXVI. 303. 1903) le cas curieux de la pseudomorphose en nouméite d'un petit insecte

(*Adelium externacostatum*, Bates) vivant encore dans l'île. Cette observation montre que la nouméite continue à se former ou tout au moins qu'à ses affleurements, il se produit encore des transports importants de matière par voie de dissolution.

Depuis la publication du tome I, M. Glasser a publié (*A. M. V.* 1904) une importante étude sur les gisements de nouméite, tant au point de vue géologique qu'économique.

Madagascar. — La serpentine de Valojoro près Ambatofanghana renferme des veinules d'une nouméite d'un vert pâle, dont le mode de formation est comparable à celui de la nouméite néo-calédonienne. D'après un dosage de M. Arsandaux, ce minéral contient SiO_2 35 et NiO 26 %.

TALC (T. I, p. 450).

Plateau Central. — *Loire.* Le talc en grandes lames forme à la Chardoère en Bellegarde près Saint-Galmier une véritable roche, associée à l'actinote.

Rhône. Du talc blanc, plus ou moins pur, constitue une couche dans le précambrien entre Vaux et La Creuze, près le Perréon aux environs de Villefranche. Il est imprégné de cuivre natif, de cuprite et de chalcopyrite.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Le talc, décrit page 454 sans que son gisement exact soit indiqué, provient de Beaulieu.

Madagascar. — Le talc fibreux et lamelleux, épigénisant la trémolite, décrit page 453, provient des environs d'Ambatofanghana, d'où j'ai reçu depuis des échantillons identiques. La serpentine de Valojoro renferme des nids de lames de talc vert-émeraude.

THALITE

La thalite, trouvée dans les amygdaloïdes du lac Supérieur, est essentiellement un silicate hydraté de magnésium, avec une très petite quantité d'aluminium et de fer. Elle forme des masses en apparence amorphes, mais présentant une structure microscopique fibreuse.

Les fibres sont allongées suivant n_g ; elles ont une biréfringence voisine de celle du quartz et possèdent parfois une structure vermiculaire. La couleur est d'un blanc verdâtre ; le minéral a une dureté de

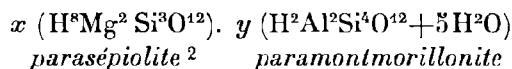
1,5, un toucher savonneux, une densité de 2,2, à 2,3. Il fait gelée avec les acides. Ce minéral se distingue des chlorites par ce qu'il renferme à peine d'alumine.

J'ai trouvé (*B. S. M.* XXVII. 279. 1904) une substance analogue dans les basaltes de la vallée de Papenoo (*Tahiti*) sous forme de nodules de 0 cm. 5 de diamètre. Au microscope, on constate que le centre des nodules est presque incolore, tandis qu'il verdit sur les bords.

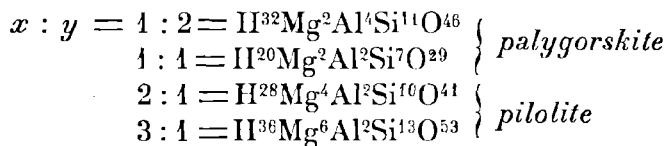
GROUPE DE LA PALYGORSKITE¹

Les substances qualifiées de *cuir*, de *liège*, de *carton de montagne*, et qui sont généralement rattachées à la trémolite (tome I, 646), en sont en réalité distinctes ; des échantillons provenant de diverses localités ont d'autre part été décrits comme minéraux indépendants sous les noms de *palygorskite*, de *pilotite* et de *lassallite*.

M. A. Fersmann a systématisé l'étude de ces substances (*Bull. Acad. sc. Saint-Pétersbourg*, 1908) et a proposé d'en faire un groupe, dont la composition est représentée par la formule générale.



Les analyses peuvent être divisées en quatre groupes, caractérisés par le rapport $x : y$:



Ceux des minéraux français, qui ont été analysés, se rapportent au type 1 : 1 et pourraient à la rigueur conserver, comme nom de variété, celui de *lassallite*.

Les propriétés physiques de tous ces minéraux sont identiques ; elles se rapprochent de celles de certaines variétés de magnésite

1. A placer dans la systématique avant la *magnésite* (Tome I, p. 454).

2. M. F. Zambonini a étudié (*Att. R. Acc. scienz. Napoli*. XIV. n° 1, 1908) la perte en eau sur l'acide sulfurique de la *magnésite* de l'Arc de Triomphe à Paris et montré que si l'on considère comme hygroscopique cette eau, celle qui reste est de beaucoup inférieure à celle qu'exige la formule $\text{H}^4\text{Mg}^3\text{Si}^2\text{O}^{10}$; cette variété de magnésite correspond sans doute à la *parasépiolite* de M. Fersmann.

(sépiolite) et M. Fersmann rappelle que des propriétés analogues caractérisent le minéral du Mexique, qu'il désigne sous le nom de *paramontmorillonite*.

Formes observées. Les minéraux de ce groupe ont la forme d'un carton très léger, très tenace, souple, mais difficile à déchirer; le minéral s'effile alors en fibres tenues. Dans l'eau, il s'imbibe, gonfle en devenant mou, visqueux au toucher sans se désagréger et il ressemble alors à de la viande ayant séjourné longtemps dans l'eau.

Densité. La densité apparente est d'environ 1,47.

Coloration et éclat. Blanc jaunâtre; les fibres sont d'un beau blanc. Aspect terne du carton ou du liège.

Propriétés optiques. Le minéral est formé de fibres lamellaires à extinctions longitudinales et à allongement positif.

Composition chimique. A l'état naturel, la *lassallite* contient environ 30 % d'eau (rapportés à la matière anhydre); à 100°, elle en perd environ 16 % et il reste environ 14 % d'eau de constitution.

Analyses de la lassallite par M. G. Friedel (*op. cit.*) *a* de Meyssoniai; *b* et *c* de Can-Pey, recalculées % en y introduisant l'eau de constitution, *d* d'une pilolite de Madagascar par M. Arsандаux.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
SiO ₂	59,16	55,65	59,58	50,6
Al ₂ O ₃	16,39	17,93	18,36	23,1
Fe ₂ O ₃	0,72	1,44	0,32	0,5
MgO.....	8,57	8,01	6,41	7,2
CaO.....	1,11	0,76	0,21	4,9
H ₂ O au-dessus de 100°..	14,05	16,21	15,12	11,7
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,0</u>

Essais pyrognostiques. Calcinés, ces minéraux donnent de l'eau, puis se contractent énormément en s'agglomérant en une masse poreuse et légère, dure et cassante. Au chalumeau, ils fondent en un verre incolore et un peu bulleux.

Ils sont faiblement attaqués par l'acide chlorhydrique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les minéraux de ce groupe se rencontrent dans certains gisements, où ils ont été formés par circulation d'eau, mais M. Fersmann les a signalés aussi dans des terrains sédimentaires, où ils paraissent jouer le même rôle que la magnésite dans l'éocène parisien.

1° *Dans des filons métallifères à gangue quartzeuse.*

Plateau Central. — *Haute-Loire.* C'est du filon Saint-Charles, à Meyssonial en Mercœur (et non Miramont), que provient le minéral décrit par M. G. Friedel (*B. S. M.* XXIV. 12. 1901) sous le nom de *lassallite*. D'après M. Genton, l'inventeur du gisement, ce filon contient de la stibine et de la stibiconite aux affleurements ; il est stérile à 25 mètres de la surface : il est alors constitué par du quartz et de la barytine avec un peu de kaolinite. C'est dans cette barytine, mais dans des cavités distinctes, qu'ont été trouvées la termiérite et la lassallite à aspect de carton.

2° *Dans les fentes de roches diverses.*

Cévennes. — *Gard.* La soi-disante asbeste signalée par Al. Bronniart à Mandagon, au nord du Vigan, est une palygorskite.

Alpes. — *Isère.* La collection du Muséum renferme un échantillon de palygorskite des environs de Saint-Christophe-en-Oisans, qui possède la consistance d'un liège très fin ; il se taille au canif.

Il est vraisemblable que c'est aussi au même groupe qu'il faut rapporter les lièges et cuirs de montagne, souvent signalés dans des conditions analogues dans les *Alpes* et dans les *Pyrénées*.

Madagascar. — L'analyse *d* a été faite sur une variété calcique de pilolite jaunâtre, à toucher savonneux et à structure fibrolamellaire : elle se délaye facilement dans l'eau. Elle a été trouvée dans un filon de pegmatite à tourmaline de Maharitra.

3° *Dans des gîtes de substitution et dans les calcaires.*

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* La lassallite a été trouvée par M. Carrière dans le filon de blende de Can Pey, près Arles-sur-Tech (entre le calcaire et la blende et dans des poches remplies par des débris des épontes). L'analyse *b* est due à M. G. Friedel (*B. S. M.* XXX. 80. 1907).

Tonkin. — M. Dupouy a rencontré (*op. cit.* 45) une palygorskite, dans des calcaires magnésiens à l'ouest de Ha-giang (environs de Kao-Loe).

KAOLINITE (T. I, p. 461).

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai observé (*B. S. M.* XXX. 119,

1897) de petites masses de kaolinite écaillée dans les intervalles des cristaux de stibine d'Espézelles près Saint-Marie-le-Plain.

Haute-Loire. M. G. Friedel a rapporté au même minéral (*B. S. M.* XXIV. 6. 1901) une substance écaillée du filon Saint-Charles à Meyssonial (voir page précédente), dont voici l'analyse :

SiO ²	Al ² O ³	Fe ² O ³	CaO	MgO	K ² O	H ² O
44,48	36,24	2,18	0,44	0,19	2,03	14,12 = 99,68

Par sa teneur en potassium elle se rapproche de la leverriérite.

Corrèze. M. Puyaubert m'a communiqué des lamelles très pures de kaolinite accompagnant de la blende transparente au milieu de nodules de sidérite des mines de houille d'Argentat.

Saône-et-Loire. La kaolinite est l'un des éléments de la roche à svanbergite de Chizeuil près Chalmoux décrite dans ce volume, page 594 ; elle constitue parfois de petites masses très pures de fines lamelles, d'un blanc éclatant.

J'ai recueilli dans une géode de romanéchite mamelonnée de Romanèche une masse onctueuse de kaolinite, dont M. Stoyanoff a fait l'analyse suivante : SiO² 41,76 ; Al²O³ 40,36 ; H²O 17,8 = 99,92.

Algérie. — *Constantine.* M. Braly m'a remis une remarquable kaolinite pailletée abondant dans les filons de blende d'Aïn Barbar, où elle forme des masses, fluides quand elles sont humides.

Madagascar. — *Nosy bé.* J'ai rencontré (*B. S. M.* XXIV. 34. 1901) la kaolinite cristallisée dans des géodes de calcite des filonnets de galène et de blende traversant les calcaires d'Ankalampobé.

PYROPHYLLITE (T. I, p. 470).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Des lames et des rosettes de pyrophyllite blanche, nacrée, accompagnent la kaolinite, le diaspore, etc. de Chizeuil.

GROUPE DES ARGILES

HALLOYSITE (T. I, 474).

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* De l'halloysite blanche se trouve dans la carrière de Drul-Land en Belle-Isle-en-Terre.

Landes. La *sevérite*, dont il est question page 479, t. I, a été décrite pour la première fois par Dufour (*Ann. sc. nat.* II. 21. 1824).

Cévennes. — *Gard.* Des masses d'halloysite jaunâtres accompagnent les phosphorites de la Capelle.

Ardennes. — De petits nodules blancs ou bleus d'halloysite, mats comme de l'ivoire, se trouvent, avec limonite, dans les argiles superficielles de Neuville et This sur les hauteurs d'Écogne (Sauvage et Buvignier. *Stat. Ardennes.* 1842, 411).

MONTMORILLONITE (T. I, p. 480).

Poitou. — *Vienne.* Je dois au docteur Bobillot la communication d'une montmorillonite rose, trouvée à 23 m. de la surface du sol au cours du creusement d'un puits à Bordes en La Trémouille. Elle constitue un lit d'un mètre d'épaisseur dans des graviers récents.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret a désigné (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest.* IV. 141. 1904) sous le nom de *dubuissonite* la montmorillonite rouge décrite page 483.

ALLOPHANE (T. I, p. 484).

Fyrénées. — *Ariège.* De très belles masses fragiles d'allophane d'un bleu de ciel, se transformant par dessiccation en une poudre blanche, ont été recueillies au pied du Mont Piéjeau, à l'ouest de Saint-Lary.

Corbières. — *Aude.* Des masses vitreuses d'allophane bleu pâle, tombant en poudre blanche par dessiccation, se rencontrent dans les mines de fer de Terrisse à Villanière près Mas Cabardès.

Cévennes. — *Gard.* Les mines de smithsonite d'Arrigas ont fourni une allophane analogue à la précédente.

Vosges. — [*Alsace*]. Une allophane bleue ou verte a été trouvée dans la limonite de Framont.

TERMIÉRITE

Facies. M. G. Friedel a donné ce nom (*B. S. M.* XXIV. 7.1901) à

un minéral, ayant l'aspect d'une halloysite, à structure zonée, d'une couleur gris clair et happant à la langue.

Dureté. 2. Très tenace.

Densité. Saturée d'eau, la termiérîte possède une densité de 1,549 à 12°C. ; la densité prise dans l'acide sulfurique étendu d'eau n'est plus que de 1,210.

Propriétés optiques. Le minéral possède les propriétés optiques des argiles ; bissectrice aiguë *négative* (n_p), avec écartement des axes variable, mais toujours petit et souvent nul. Les lames perpendiculaires à la bissectrice sont couchées dans le plan des zones successives. Le minéral saturé d'eau a un indice de 1,403.

Composition chimique. La composition de la substance entièrement privée d'eau est la suivante :

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
78,29	15,00	1,85	1,77	0,47 = 100,38

La termiérîte est très hydrophane, elle retient 18 % d'eau à l'air humide, mais placée dans l'eau, elle peut en absorber 25 % de son poids à l'état anhydre. A 110°C., le minéral ne contient plus que 6,68 à 6,86 d'eau.

Elle constitue le plus riche en silice et le moins alumineux de tous les minéraux du groupe des argiles ; à ce point de vue, elle se rapproche plus de la cimolite que de l'halloysite.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, devient fragile, opaque, puis dure et semblable à de la terre cuite. Au rouge sombre, elle prend un aspect corné et translucide, puis fond très difficilement sur les bords en un verre transparent un peu bulleux.

Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique à chaud.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Loire.* La termiérîte remplit les cavités de la barytine dans des parties stériles du filon de stibine de Saint-Charles à Meyssonial en Mercœur (voir plus haut page 747), à la limite du Cantal.

Ce sont des cavités différentes qui renferment la kaolinite ou la lassallite.

Pyénées. — *Pyénées-Orientales*. La termiérîte a été trouvée à Can Pey près Arles-sur-Tech. (Voir à *palygorskite*.)

NONTRONITE (T. I, p. 488).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. M. Marlot a décrit (*Bull. Soc. sc. nat. Autun*. XX. 162. 1907) une nontronite, d'un beau jaune, en veinules dans la granulite de la ligne du chemin de fer entre Montgillard et le Mont Tortu (à 6 ou 700 mètres de l'arrêt de Lacour), ainsi qu'à la Gravetière-sur-Uchon. Ces gisements paraissent être semblables à celui de Montmort signalé page 491.

Maine. — *Mayenne*. M. Øhlert m'a communiqué un échantillon de nontronite trouvé en filonnets dans la brèche porphyritique cambrienne des Couevrons près Voutré, employée pour le pavage et le saupoudrage du pavé de bois à Paris.

Madagascar. — J'ai reçu un échantillon de nontronite de l'Ankaratra : je sais qu'il provient de la région granitique, mais je n'ai pas obtenu de précision sur son gisement (probablement région de Betafo).

MÜLLÉRITE

M. Zambonini a décrit sous ce nom (*Z. K.* XXXII. 157. 1899 et XXXIV. 225. 1901) un minéral présentant tous les caractères extérieurs de la nontronite, mais en différant par une teneur en eau plus faible. L'analyse suivante a été faite sur un échantillon provenant de Nontron (*Dordogne*) : SiO² 48,82 ; Fe²O³ 35,88 ; Al²O³ 4,30 ; MnO 0,63 ; MgO 0,35 ; H²O 9,66 = 99,64.

Cet auteur lui attribue la formule Fe²Si³O⁹ + 2H²O.

SILICATES INTERMÉDIAIRES

MÉLILITE (T. I, p. 485).

Madagascar. — M. Prior a signalé à Amparafaravola (*Min. Magaz.* XIII. 89. 1901) une mélilitite (melilitbasalt) semblable à celle d'Hochbohl et, comme elle, renfermant de la pérowskite ; la mélilitite de cette lave ne présente pas la structure en cheville. J'ai trouvé de nombreux échantillons de cette roche dans la collection de R. Baron, qui l'a découverte.

Antilles. — *Martinique.* Les laves secondaires formées au cours de l'incendie de Saint-Pierre par la fusion des murs d'une maison, sont assez riches en mélilitite, à un axe négatif, plus biréfringente que le minéral naturel (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* 533. 1904).

NÉPHÉLINE (T. I, p. 496).

Depuis la publication du tome I, j'ai décrit un très grand nombre de roches néphéliniques, provenant de régions coloniales, qui sont destinées à devenir classiques pour l'étude de cette série pétrographique ; ce sont celles-là que je passerai tout d'abord en revue.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Ces îles sont exclusivement constituées par des syénites néphéliniques ; d'après mes observations (*C. R.* CXXI. 984. 1905 ; CXXII. 681. 1906 ; CXXVI. 213. 1908), elles se rapportent à deux types. L'un, plus sodique, est caractérisé par l'ægryrine, la lāvénite, l'astrophyllite, la villiaumite, etc. (île de Rouma, nord de l'île de Kassa), l'autre, par la barkévicitite. Ces deux types sont riches en accidents pegmatoïdes, formant des traînées plutôt que des filons distincts ; la néphéline (éléolite), en cristaux atteignant jusqu'à 5 cm. de côté, y est parfois presque incolore, mais elle est surtout d'un blanc verdâtre dans le type à ægryrine (Rouma), et rosâtre dans celui à barkévicitite (phare de Tamara à la pointe de Topsail dans l'île de Foutabar et au village de Kassa).

La syénite à ægyrine du nord de Rouma renferme d'énormes ségrégations d'une roche, comparable à la lujaurite par sa richesse en ægyrine aciculaire et parfois en eudyalite ; elle contient en grande abondance des cristaux porphyroïdes de néphéline rosée, atteignant 2 cm. suivant l'axe vertical et englobant souvent sur leurs bords des cristaux d'albite, d'augite, des lames d'astrophyllite, des aiguilles d'ægyrine, etc.

Madagascar. — L'île de Nosy komba et la région qui borde la baie d'Ampasindava et se prolonge assez loin au sud, constitue une province pétrographique du plus haut intérêt que j'ai pu décrire en détail (*Nouv. Arch. Muséum* IV. 1902 et V. 1903), grâce aux récoltes de M. Villiaume.

Au milieu de sédiments jurassiques (particulièrement liasiques), se trouvent des amas, des dykes, des filons de syénites néphéliniques, de monzonites néphéliniques, de gabbros néphéliniques et essexitiques, d'ijolites, etc., accompagnés de filons de camptonites, de tinguaites, de monchiquites, de bostonites. etc. Ces roches, associées à des granites et à des syénites sans néphéline, constituent, au point de vue minéralogique, deux séries ; l'une plus sodique, ne comprenant que des syénites et des tinguaites, est caractérisée par l'ægyrine, l'autre, par la barkévécite.

C'est surtout dans les syénites à ægyrine qu'il existe des types à grands éléments, au milieu desquels se trouvent de beaux échantillons de néphéline (éléolite) rosée ou verte, tantôt en cristaux nets (notamment dans le massif de Bezavona, au Mont Andevenanaomby), tantôt jouant le rôle d'élément intersertal entre les cristaux de feldspaths (notamment près d'Ampangarinana à Nosy komba). Il existe aussi des variétés à grands éléments dans les monzonites néphéliniques ; la néphéline y est souvent rosée.

Dans tous ces gisements, la néphéline est en général remarquablement fraîche, mais on y trouve localement des transformations en zéolites (analcime, mésotype, etc.) ou plus rarement en muscovite.

Des phonolites riches en néphéline automorphe sont abondantes non seulement dans cette région, mais encore dans le massif central de l'île.

Tahiti. — J'ai décrit (*B.S.G.* X. 91. 1910) toute une série de syénites, de monzonites, de gabbros néphéliniques, de gabbros essexitiques,

affleurant sous une couverture basaltique dans la vallée de Papenoo. Ces roches à barkévicité présentent les mêmes particularités minéralogiques que les types similaires de Madagascar.

Corbières. — *Aude*. J'ai fait connaître récemment (*B. S. G.* IX, 1909) l'existence de syénites néphéliniques à ægyrine à Fitou. C'est donc le second gisement métropolitain de cette roche.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les trachytes phonolitiques du Mont-Dore antérieurement désignés par les auteurs français sous le nom de phonolites, sont caractérisés par l'absence de néphéline magmatique. J'ai cependant rencontré dans certains échantillons de la roche de la Tuilière de très nombreux cristaux de ce minéral, simulant des phénocristaux; ils sont toujours associés à du sphène, aciculaire suivant l'axe vertical et généralement, au moins en partie, séparés du magma microlitique par de l'analcime. Un gisement voisin, celui du Puy Cordé, montre la même particularité, mais localement la roche y est poreuse et riche en petits cristaux drusiques de néphéline et d'analcime; c'est là un passage au type franchement drusique du Mézenc décrit page 500. Cette néphéline est de nature pneumatolitique et si la roche de la Tuilière semble compacte, c'est que l'analcime a entièrement comblé toutes les cavités qu'elle renfermait originellement.

GROUPE SODALITE-HAÛYNE

SODALITE (T. I, p. 505).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. La sodalite est un élément fréquent des syénites néphéliniques des îles de Los. Dans une variété de celles à ægyrine et l'avenite de l'île de Rouma, une sodalite d'un jaune clair constitue même l'élément essentiel de la roche, qui oscille vers la tawite. Elle constitue des plages d'environ 0 cm. 5, faciles à distinguer de la néphéline par la netteté de leurs clivages dodécaédriques.

Dans les pegmatites des syénites néphéliniques à ægyrine de Rouma et dans celles à barkévicité du phare de Tamara (pointe de Topsail) et du village de Kassa, la sodalite, d'un bleu lavande, constitue de grandes plages ou des cristaux automorphes, b^1 , allongés suivant un axe ternaire et atteignant 5 cm. de plus grande dimension. Les unes

et les autres sont souvent en voie de transformation en mésotype ou en hydronéphélite; dans les pegmatites de Rouma, ces pseudomorphoses sont noires et rappellent la *ranite* de Norvège : l'examen microscopique y montre en outre au milieu de la zéolite, de petites plages d'hydrargillite. Les indices suivants ont été mesurés par réflexion totale.

Sodalite jaune de Rouma	1,4841.
— bleue —	1,4841.
— bleue de Kassa	1,4830.

Gisement improbable.

MM. L. Mc. I. Luquer et G. J. Wolckening ont donné l'analyse suivante (*Amer. J. of Sc.* 1894. 466) d'un échantillon de sodalite bleue, que J. de Brazza aurait rapporté du Congo ; le minéral est accompagné d'argile et de limonite : SiO_2 37,85; Al_2O_3 30,87; Na_2O 25,43; K_2O 0,22; CaO 0,51; Cl 6,46 = 101,34. Densité, 2,363.

Les régions parcourues par de Brazza au Congo sont aujourd'hui suffisamment connues au point de vue géologique pour qu'on puisse affirmer qu'il n'y existe nulle part de roches susceptibles de renfermer de la sodalite. Si véritablement cet échantillon a été rapporté d'Afrique par ce voyageur, il est vraisemblable qu'il lui a été donné à Konakry et qu'il provient des îles de Los.

NOSÉANE-HAÛYNE (T. I, p. 507).

Propriétés optiques. M. Gaubert a montré (*B. S. M.* XVIII. 191. 1905) que les indices de réfraction permettent de distinguer la noséane ($n = 1,48$ à $1,49$) de la haÛyne, dont l'indice toujours plus grand que $1,49$ peut atteindre $1,51$. Ces cristaux sont parfois formés de zones de réfringence différente et par suite de composition distincte.

$n =$ Noséane	1,488 (Kassa)
HaÛyne	1,492 Roc blanc (<i>Mont-Dore</i>)
	1,500 Vaïrao (<i>Tahiti</i>)
	1,509 Falgoux (<i>Cantal</i>)

Plateau Central. — *Cantal.* Le minéral de Vensac, que j'ai signalé page 510 comme noséane, semble constituer un type spécial. L'indice $n = 1,4576$, est plus faible que celui de toutes les noséanes étudiées, aussi m'a-t-il paru intéressant de prier M. Pisani d'en faire

l'analyse qui a fourni les résultats suivants que je me propose de discuter ultérieurement :

SiO ²	35,75
Al ² O ³	28,20
CaO.....	3,12
Na ² O.....	20,70
K ² O.....	0,62
SO ³	7,36
Cl.....	0,40
H ² O.....	3,20
	<hr/>
	99,35

La densité est de : 2,27.

Le minéral étudié a été purifié d'inclusions de calcite qui fait passer localement la couleur du bleu lavande au jaune pâle. L'examen microscopique met en évidence l'abondance des inclusions gazeuses dues sans doute au réchauffement du minéral, quand il a été arraché des profondeurs par le magma phonolitique.

M. Gaubert a constaté (*B. S. M.* XXVIII. 195. 1905) que ce minéral se décolore sous l'influence de la chaleur, à moins qu'il n'ait été préalablement soumis à l'action de la vapeur de soufre : dans ce cas, la chaleur le rend plus bleu qu'à l'état naturel.

La belle andésite à haüyne, dont il est question page 511 du T. I, a été trouvée par Weiss (*J. M.* XXIII. 305. 1808) en blocs dans la brèche andésitique du chemin de Mauriac à Saint-Flour, vis-à-vis le Puy Violent, sur la hauteur séparant la vallée du Falgoux de la vallée supérieure de Saint-Paul-de-Salers (ou de Recusset).

Puy-de-Dôme. Depuis la publication du tome I (page 512), j'ai rencontré en très grande abondance au Mont-Dore (*C. R.* CXXX. 348. 1900 et CXXXIII. 1033. 1901) toute une série d'enclaves homogènes des andésites à haüyne, qui oscillent entre des monzonites, des gabros amphiboliques à haüyne et enfin des hornblendites pyroxéniques à haüyne. Ces roches grenues renferment comme élément essentiel une belle haüyne d'un bleu foncé en grains de quelques millimètres de diamètre, qui, malheureusement, est souvent altérée en produits colloïdes blancs ou rougeâtres.

Les gisements à citer sont : Mareuges, le Col du Train, et tous les conglomérats ponceux, qui s'observent à l'est du massif du Mont-Dore

jusqu'à Perrier près d'Issoire, et renferment des blocs de ces roches grenues, dont les dimensions atteignent parfois la grosseur de la tête.

Afrique Occidentale. — *Niger*. M. Arsандаux a trouvé (*C. R.* CXXXVIII. 163. 1904) aux alentours du poste de Sénoudébou (cercle de Bakel), un trachyte d'un rose saumon, renfermant d'abondants rhombododécaèdres de noséane d'un bleu très pâle; ce trachyte un peu augitique à biotite contient de petites enclaves basaltiques.

Tahiti. — Les plus gros cristaux de haüyne que je connaisse sont ceux que j'ai récemment signalés (*B. S. G. X.* 91. 1910) dans les haüyno-phyres vitreux ou scoriacés de Vaïrao dans la presqu'île de Taiarapu; ils atteignent 3 cm. suivant l'axe d'un fréquent allongement (axe ternaire). Leur couleur est d'un bleu sombre, mais par altération, ils deviennent verts dans la roche scoriacée: le minéral est alors un peu biréfringent. La haüyne constitue aussi un élément microscopique abondant de la pâte. Le type scoriacé contient un peu de leucite et d'isorthose.

Les mêmes roches, avec phénocristaux plus petits, se trouvent aussi dans la vallée de Papenoo.

4. Dans les syénites néphéliniques.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Il existe à l'île de Kassa un type très spécial de syénite néphélinique à pyroxène, qui renferme comme élément essentiel de la noséane un peu calcique, d'ordinaire grise et riche en inclusions ferrugineuses; elle est parfois d'un beau bleu rappelant celui de la haüyne; elle est alors dépourvue d'inclusions.

PLANCHÉITE



Monoclinique ?

Facies. La planchéite forme le plus généralement des concrétions botroydes, des sphérolites à fibres très serrées ou lâchement unies.

Il existe aussi une variété asbestiforme.

Dureté. 5,5.

Densité. 3,36.

Coloration et éclat. La coloration est bleue, mais varie d'intensité avec l'état d'agrégation des fibres ; d'un bleu très foncé quand celles-ci sont serrées, elle passe au bleu pâle lorsqu'elles sont lâchement associées. Transparente en lames minces.

Éclat brillant, soyeux dans les variétés asbestiformes.

Propriétés optiques. Les fibres s'éteignent suivant leur allongement ; elles possèdent une biréfringence élevée, voisine de 0,04.

Le plan des axes optiques fait partie de la zone d'allongement. La bissectrice aiguë est positive ; n_g est voisin de 1,70.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes bleues, avec maximum suivant n_g .

Composition chimique. La formule $H^4Cu^6Si^5O^{18}$ ou $6 CuO \ 5 SiO^2 H^2O$ ou $H^4Cu^6(SiO^4)^3, (SiO^3)^2$ correspondant à la composition *a* ; *b* analysée par M. Pisani.

	<i>a</i>	<i>b</i>
SiO ²	36,9	37,16
CuO.....	58,7	59,20
FeO.....	»	tr.
H ² O.....	4,4	4,50
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,86

Essais pyrognostiques. Comme la diophtase, mais ne s'attaque par les acides qu'avec difficulté et sans faire gelée.

Diagnostic. La couleur, jointe à la composition chimique, est caractéristique, car la planchéite est le seul silicate de cuivre fibreux de couleur bleue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Congo. — J'ai décrit ce minéral (*C. R.* CXLVI. 722. 1908 et *B. S. M.* XXXI. 250. 1908) d'après des échantillons rapportés de Mindouli par M. Thollon et par M. Lucas. Depuis lors, M. de Romeu m'a fourni de nombreux échantillons et des renseignements précis, qui montrent que bien loin d'être l'espèce rare que j'avais crue tout d'abord, la planchéite est le minéral oxydé prédominant des gisements cuprifères de la partie orientale du bassin du Niari. Les beaux échantillons proviennent surtout de Mindouli, de Tchikoumba et de Pimbi.

Lorsque la planchéite est associée à la diophtase, elle lui est en général antérieure, bien qu'inversement, on trouve des cristaux de diophtase recouverts par elle.

J'ai observé récemment des pseudomorphoses complètes de cristaux de diopase et de calcite en planchéite fibreuse : celle-ci n'est pas orientée sur le minéral disparu. Indépendamment de ces pseudomorphoses, les principales variétés à signaler sont les suivantes.

1° sphérolites d'un bleu pâle, associés à Mindouli, dans les cavités de corrosion du calcaire, à l'argent natif, à la malachite et à la cuprite. A Pimbi, les sphérolites très réguliers de cette même variété sont parfois englobés par du quartz hyalin. 2° sphérolites botroydes à fibres serrées d'un bleu sombre, recouvrant la calcite ; ils sont isolés sur de la diopase ou associés à ce minéral dans des géodes ; parfois aussi, ils se réunissent en grand nombre pour former des blocs très homogènes. 3° variété asbestiforme, en veines de quelques centimètres d'épaisseur se trouvant particulièrement dans les grès de Mindouli.

Enfin, à 2 km. à l'ouest de Koumbakou, la planchéite forme le ciment d'un conglomérat calcaire.

CORDIÉRITE (T. I, p. 512).

Plateau Central. — *Cantal.* Des cristaux de *pinite*, atteignant 1 cm., ont été trouvés par M. de Brun dans des pegmatites des environs de Massiac.

Puy-de-Dôme. La forme a^{20} , indiquée tome I, p. 528, dans la *pinite* d'Ysserteaux, d'après M. Gonnard, est $a^{9/20}$ (20.0.9) (Gonnard. *B. S. M.* XX. 182. 1897) et peut-être plus simplement $a^{1/2}$ (201), forme signalée plus tard par le même savant (*B. S. M.* XXXI. 176. 1908) dans des groupements de cristaux du même gisement, qu'il a longuement décrits.

Loire. Dans la même note, M. Gonnard a donné l'analyse suivante, faite par M. Barbier, de la *gigantolite* des bords du Vizézy (voir tome I, page 526) : SiO_2 42,43 ; Al_2O_3 33,21 ; FeO 10,58 ; MgO 2,61 ; K_2O 4,75 ; H_2O 6,29 = 99,87. Le produit d'altération est donc essentiellement une muscovite.

Haute-Vienne. La *gigantolite*, citée page 524 aux environs de Limoges sans indication précise, vient de Geneytouse.

Saône-et-Loire. Des pseudomorphoses de cordiérinite en *gigantolite*, du genre de celles décrites page 527, se trouvent dans les filons de pegmatite de Cuzy près Luzy. Certains cristaux mesurent 0 m. 85 ×

0 m. 35. M. de Chaignon en a extrait (*Bull. Soc. sc. nat. Autun* XXII. 28. 1908) un fragment de cristal pesant 49 kg. L'andalousite se trouve dans la même carrière, mais n'est pas associée à la cordiérite.

Madagascar. Je dois à M. Buhan des échantillons d'une belle cordiérite recueillie dans la région du Bity, à l'est de Tsilaizina; elle provient des micaschistes et à tous égards peut être comparée à celle de Tvedestrand en Norvège. Elle forme de grosses masses violacées sans formes géométriques, d'où il est possible d'extraire des fragments transparents assez limpides et d'une couleur assez jolie pour faire une pierre précieuse, plus foncée et plus belle que ne l'est d'ordinaire le *saphir d'eau*. La densité est de 2,60 environ.

MM. Duparc, Sabot et Wunder viennent d'étudier ce même minéral (*Mém. soc. phys. Genève* XXXVI. 406. 1910) et en ont donné l'analyse suivante : SiO_2 49,05 ; Al_2O_3 33,08 ; $\text{Fe}^{2+}\text{O}^{3-}$ 0,83 ; FeO 4,38 ; MgO 11,04 ; Pf , 1,64 = 100. Les indices, assez variables avec les échantillons, sont les suivants pour la lumière du sodium : $n_g = 1,5475$; $n_m = 1,5443$; $n_p = 1,5392$, d'où $n_g - n_p = 0,0083$.

5° Dans les gabbros métamorphisés.

Vendée. — *Loire-Inférieure.* J'ai découvert un singulier mode de formation de cordiérite (*B. C. G. F.* No 67. X. 1899); les gabbros à olivine et à tendance ophitique du Pallet se transforment sur les bords du massif, à leur contact avec des schistes micacés, en norites quartzifères, à structure grenue, riches en cordiérite.

Dans la carrière des Prinaux, et sous le calvaire du Pallet, on rencontre au milieu du gabbro normal des taches de cette norite, qui est en outre souvent très grenatifère; j'ai pu constater que ces taches se produisent toujours autour d'enclaves de schistes riches en graphite et contenant, eux aussi, de la cordiérite; on peut suivre tous les passages entre ces enclaves certainement sédimentaires et la roche éruptive; il faut donc admettre que la norite à cordiérite est une forme endomorphe du gabbro, produite par dissolution de roches schisteuses.

Cette cordiérite, d'un bleu noir foncé et à éclat gras, quand elle est vue en masse, est formée par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux riches en auréoles pléochroïques, en inclusions de spinelle, de sillimanite, de staurolide. Elle présente des macles, qui se produisent parfois suivant une seule face m (110), de telle

sorte que dans les plaques minces, le minéral ressemble alors à un plagioclase.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* On a vu page 525, tome I, que je considère les enclaves à cordiélite du Capucin comme des gneiss corrodés et arrachés au sous-sol. J'ai recueilli récemment, dans les tufs trachytiques de la vallée du Mont-Dore, de beaux échantillons de gneiss à cordiélite absolument intacts. Des enclaves à cordiélite abondent dans d'autres gisements, notamment dans un filon de trachy-andésite de l'entrée du Val d'Enfer, dans la coulée du puy de Pallaret, etc.

Antilles. — *Martinique.* Mon long séjour à la Martinique m'a permis de faire de nombreuses observations sur la cordiélite, que j'ai trouvée dans les roches volcaniques, où elle été formée dans des conditions variées (*La Montagne Pelée et ses éruptions 1904*, 547, 565, 570).

L'andésilabradorite du morne du Diamant renferme des cristaux anciens d'un beau violet de ce minéral, pouvant atteindre 1 cm. ; ils sont profondément corrodés, dépourvus de formes géométriques, toujours séparés du magma microlitique par une zone de plagioclases basiques, renfermant des cristallites ou des cristaux d'hypersthène et de spinelle ; ces minéraux, provenant de l'attaque de la cordiélite par le magma, expliquent peut-être l'origine de certaines enclaves existant dans des andésites du Cantal, qui ne renferment pas (ou plus) de cordiélite. J'ai rencontré quelques cristaux de cordiélite dépourvus de cette auréole secondaire dans le basalte à quartz bipyramidé de la pointe Burgos près les Anses d'Arlet.

Parmi les produits des grandes explosions de l'éruption de 1902 à la Montagne Pelée, j'ai recueilli quelques blocs d'une microrite à hypersthène miarolitique, renfermant de petits cristaux violets de cordiélite. Ce sont là des enclaves homogènes allomorphes.

Un type plus curieux encore consiste en blocs fissurés, blancs ou noirâtres et ayant l'aspect d'opale impure ; ils sont essentiellement constitués par de très petits cristaux ou des grains de quartz et par des cristaux automorphes de cordiélite, à macles polysynthétiques. Au milieu de ces derniers s'observent parfois des restes d'éléments anciens, montrant qu'il s'agit là de cordiélite et de quartz secondaires, produits par corrosion progressive (sous l'influence de fumerolles) de tous les éléments normaux et particulièrement des feldspaths d'une andésite à

hypersthène ; j'ai donné des photographies et des dessins de ces curieuses roches à cordiérite dans les planches XXVI et XXVII de l'ouvrage précité. Ce mode de formation me paraît nouveau.

ASTROPHYLLITE (T. II, p. 335).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'astrophyllite joue dans les syénites néphéliniques à ægyrine de l'île de Rouma le même rôle que la biotite dans le granite.

Dans les facies de variation lujauritiques, riches en ægyrine et en eudialyte, elle se présente en lamelles de 1 cm. de diamètre. Dans les pegmatites, je l'ai observée en cristaux atteignant 6 cm. de diamètre.

Par contre, elle n'existe qu'à l'état microscopique dans les syénites à ægyrine du nord de l'île de Kassa et elle manque totalement dans les syénites néphéliniques à barkévécite.

MÉTASILICATES

PÉROWSKITE (T. I, p. 537).

Madagascar. — La *mélilitite* d'Amparafavola, dont il est question page 752, renferme de la pérowskite comme élément essentiel microscopique.

GROUPE DES PYROXÈNES (T. I, p. 529).

Une erreur de mise en page doit être rectifiée, page 539, au sujet de la position du plan des axes optiques dans le pyroxène. Il faut lire ligne 8 et suivantes « dans les pyroxènes orthorhombiques et les pyroxènes monocliniques, le plan des axes optiques est compris dans la face g^1 , mais celle-ci tronque dans les premiers l'angle obtus du prisme et dans les seconds son angle aigu ».

HYPERSTHÈNE (T. I, p. 552).

Madagascar. — De magnifiques clivages d'hypersthène bronzé, extraordinairement plissés, m'ont été rapportés du pays Mahafaly sans indication précise de gisement ; ils proviennent très certainement de norites à grands éléments.

J'ai décrit en effet (*B. S. M.* XXX. 39. 1907 et XXXI. 320. 1908) une curieuse roche de cette famille, une troctolite hypersthénique, constituant dans cette région la butte d'Anabohitsy (voir p. 300 de ce volume).

Afrique Occidentale. — *Guinée et Côte d'Ivoire.* J'ai montré (*C. R. CLL.* 410. 1905) la fréquence dans cette colonie des gabbros hypersthéniques et des norites grenues, ainsi que la présence de l'hypersthène dans un très grand nombre des diabases, qui sont si abondantes dans cette région. J'ai observé dans ces dernières roches des groupements

1. Voir plus loin pour des exceptions à cette règle, qui ont été récemment observées.

perthitiques ou micropegmatiques d'hypersthène et d'un pyroxène monoclinique ; je renvoie à ma note pour l'énumération des localités précises.

Les récoltes pétrographiques, faites récemment par M. Chevalier dans les régions limitrophes de la *Guinée*, de la *Côte d'Ivoire* et de [*Libéria*] m'ont permis de montrer (*C. R. CL. 18. 1910*) que sur une vaste surface, comprise au sud et à l'est du massif schisteux du mont Nimba, dans les hautes vallées du Nuon (Cestos), du Cavally et du Sassandra [pays des Dans (Dyolas) et des Touras], il existe une série pétrographique, comparable à celle de la *charnockite* de l'Inde, comprenant, comme type dominant, des granites à hypersthène, associés à des norites, de plus en plus riches en hypersthène ; ce minéral peut même arriver à prédominer (Zoanlé) dans de véritables *hypersthénites*, qui contiennent un peu de pyroxène monoclinique, de hornblende et de biotite.

Antilles. — *Martinique.* J'ai montré que la caractéristique de toutes les roches volcaniques de la Martinique (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904) est de renfermer de l'hypersthène. Tantôt celui-ci est l'élément pyroxénique unique ou prédominant (dacites, andésites et notamment celle de l'éruption 1902-1903) et tantôt, comme dans les andésilabradorites et les labradorites, celui-ci est accompagné de beaucoup d'augite, avec laquelle il est alors très souvent groupé suivant la loi habituelle ; enfin, j'ai rencontré le même pyroxène en cristaux drusiques, formés par autopneumatolyse, dans les fentes du basalte doléritique de l'îlot des Ramiers (baie de Fort-de-France), qui ne le contient pas à l'état magmatique. Ces faits expliquent pourquoi l'hypersthène est si abondant dans tous les sables de l'île.

L'hypersthène de l'éruption récente de la Montagne Pelée appartient à un type très ferrifère, comparable à l'amblystégite du lac de Laach ; des cristaux sont aplatis suivant h^1 ou suivant g^1 , terminés par $b^{1/2}$ (111) ou des pyramides de la zone $h^1 b^{1/2}$. $2E =$ environ 113° , d'où $2V = 58^\circ$. La densité est de 3,54. M. Arsandaux a bien voulu en faire l'analyse suivante : SiO_2 50,8 ; Al_2O_3 0,6 ; Fe_2O_3 1,9 ; FeO 25,8 ; MnO 3,3 ; MgO 16,2 ; CaO 1,2 = 99,8.

Guadeloupe et Saintes. Les laves de ces îles se prêtent aux mêmes observations que celles de la Martinique ; elles sont riches en hypersthène.

HYPERSTHÈNE β

Je désigne sous ce nom une modification de l'hypersthène, que j'ai découverte (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 542) dans des andésites à hypersthène rubéfiées de l'éruption de 1902 et dans d'autres plus anciennes, provenant également de la Montagne Pelée.

Les sections $h^1(100)$, perpendiculaires à la bissectrice aiguë *négative* de l'hypersthène normal, sont celles qui permettent le mieux d'étudier cette question. Sur les bords, et parfois seulement à l'extrémité des cristaux, le minéral est devenu plus biréfringent ; son signe d'allongement est négatif, au lieu d'être positif, comme dans le type normal ; la biréfringence est également augmentée. L'examen en lumière convergente fait voir que dans cette zone périphérique, l'écartement des axes optiques, autour de n_p , est devenu extrêmement grand et, qu'en outre, le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'allongement, c'est-à-dire perpendiculaire à la direction du plan des axes optiques de l'hypersthène normal. Une bande de compensation sépare ces deux modalités de l'hypersthène, entre lesquelles il n'est pas possible de constater de différences de réfringence ; cette portion, constamment éteinte, est sensiblement uniaxe.

On peut comparer les relations de cette forme d'hypersthène et de l'hypersthène normal à celles qui existent entre les zoisites α et β : c'est par suite de cette analogie que je désigne sous le nom d'hypersthène β , ce type à plan des axes normal à $g^1(010)$.

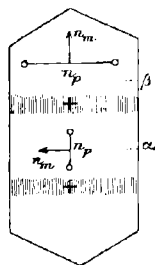


Fig. 1.
Groupement d'hypersthène normal (au milieu) et d'hypersthène β . Montagne Pelée.

CLINOENSTATITE, CLINOBRONZITE,
CLINOHYPERSTHÈNE

Dans l'étude de la météorite de Saint-Christophe-la-Chartreuse, que j'ai publiée en 1906 dans le *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Ouest* (tome VI, p. 81), j'ai proposé de désigner sous les noms de *clinoenstatite*, de *clinobronzite* et de *clinohypersthène* des pyroxènes entièrement magnésiens ou ferreux, déjà signalés dans les météorites de Soko Banja et Rittersgrün par MM. Fouqué et Michel-Lévy,

et reproduits synthétiquement par eux : mes savants maîtres les ont décrits sous le nom de *pyroxène magnésien*.

J'ai étudié ces minéraux, non seulement dans la météorite en question, mais encore dans celles des chutes suivantes (celles provenant de France sont écrites en italiques) : Tysnes, *Lancé*, San Giovanni d'Asso, *Saint-Mesmin*, Pultusk, Amana, Limerick, Cabarras, Murcie, *Kerillis*, Renazzo, Denilquin, Mac Kinney, Sevrukowo, Bénarès, Bjurböle, Kesen, Ornans, Misshoff, Ochansk, Tiesch, Krahenberg, Tennesilm : les chondres de la météorite d'Indarch en sont presque exclusivement constitués.

En même temps, M. Walter Wahl proposait (*Die Entstatitaugite*. Helsingfors 1906. 112) les mêmes noms pour les mêmes minéraux, qu'il étudiait dans les météorites de Mezö-Marász et de Bjurböle. Enfin, à la même époque encore, MM. Allen, Wright et Clement ont publié (*Amer. Journ.* XXII. 383. 1906) un important travail sur la synthèse des silicates de magnésium, dans lequel ils ont reproduit le type uniquement magnésien de cette série.

Les résultats de ces divers travaux conduisent à la même conclusion, à savoir qu'il existe des pyroxènes magnésiens ou ferreux, dépourvus de chaux ; ils sont monocliniques et par suite différents de l'enstatite, de la bronzite et de l'hypersthène ; ils n'ont été trouvés jusqu'ici que dans les météorites.

Les paramètres du type magnésien synthétique, obtenu par les auteurs américains, sont pour c assez différents de ceux du diopside ($a : b : c : = 1,033 : 1 : 0,77$). La densité est plus forte (3,192) que celle du type orthorhombique correspondant à l'enstatite (3,175) synthétique.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques *perpendiculaire* à g^1 (010) ; dans les sections transversales, sa trace est parallèle à celle de h^1 (100) ; dans g^1 (110) ; n_g fait, avec l'axe vertical, un angle plus faible que dans le diopside (22° dans le type magnésien théorique, 24° en moyenne dans les clinobronzites d'après mes mesures, 28° dans les échantillons étudiés par M. Wahl). L'écartement des axes est très grand autour de la bissectrice aiguë *positive* (n_g).

L'une des caractéristiques essentielles de ces pyroxènes réside dans la constance d'une macle polysynthétique (à bandes très fines), parallèle à h^1 : elle trouble beaucoup l'étude des propriétés optiques. Les auteurs américains ont pu mesurer les indices de la clinoenstatite synthétique : $n_g = 1,658$, $n_m = 1,652$; $n_p = 1,647$; n_g

— $n_p=0,011$. La biréfringence de tous les échantillons que j'ai étudiés dans les météorites oscille autour de ce nombre.

Enfin, il me reste à signaler que dans les météorites que j'ai examinées, ces clinopyroxènes sont très souvent géométriquement groupés autour d'un pyroxène monoclinique plus biréfringent non maclé ; la planche V de mon mémoire précité représente les photographies microscopiques de ces groupements, qui n'ont pas été signalés par les auteurs, dont je viens de rappeler les noms.

Par contre, MM. Allen, Wright et Clement ont obtenu dans leurs expériences des groupements réguliers de clinoenstatite et d'enstatite. Ils ont fait voir en outre que l'on obtient par fusion la clinoenstatite en faisant cristalliser un verre, ayant la composition convenable un peu au-dessous de son point de fusion (1521°C.) et que l'on peut transformer l'enstatite en clinoenstatite en chauffant celle-ci entre 1150° et 1350°. Ils ont conclu de ces résultats et de l'existence de ce minéral dans les météorites que celles-ci ont été probablement refroidies rapidement d'une très haute température initiale.

J'ai tiré d'expériences synthétiques (dans lesquelles j'ai également obtenu la clinoenstatite et le clinohypersthène par transformation de la forme orthorhombique naturelle), ainsi que de l'observation directe des météorites, une conclusion un peu différente. Il est à noter en effet que dans les météorites pierreuses, la clinoenstatite et la clinobronzite sont absentes des types ne présentant pas la structure cataclastique (exklé-bénite), ils sont presque localisés dans les chondrites très déformées mécaniquement. Il me semble que ces roches, après avoir été déformées, ont subi un réchauffement jusqu'au voisinage du point de fusion de l'enstatite, qui a permis l'inversion de celle-ci : cette opinion me paraît toujours la plus vraisemblable.

PIGEONITE

(ENSTATITE-AUGITE)

Certaines diabases et quelques autres roches renferment, soit seul, soit associé à de l'augite normale, un pyroxène, généralement de couleur claire, parfois verdâtre ou incolore et alors pléochroïque, qui est essentiellement caractérisé par la petitesse de l'angle de ses axes optiques autour de la bissectrice aiguë, qui est *positive* n_g (avec $\rho < v$).

Cet angle est variable, dans un même cristal, il peut même devenir nul, le minéral est alors sensiblement uniaxe : dans des cas

plus rares, le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 , avec axes toujours peu écartés et $\rho > v$.

Ces propriétés sont les conséquences d'une composition chimique spéciale, caractérisée par une teneur en calcium beaucoup plus faible que dans les pyroxènes ordinaires, et par suite une richesse plus grande en magnésium et en fer.

M. A. N. Winchell a décrit un de ces pyroxènes spéciaux sous le nom de *pigeonite* (*Amer. Géol.* XXVI. 199. 1900); M. Rosenbusch a proposé (*Mikrosk. Phys.* I. 206. 1905) celui de *magnesiumdiopsid* (déjà employé par Cohen pour dénommer le minéral décrit plus haut sous le nom de clinoenstatite). Enfin, plus récemment, M. Walter Wahl a fait une étude très complète (*Die Enstatitaugite.* Helsingfors. 1906) de ces pyroxènes, qui, en réalité, ne constituent pas un minéral unique, mais une série présentant de grandes variations de composition. M. Wahl les considère comme formés par des mélanges isomorphes de diopside ou d'augite, avec des composés $MgSiO_3$ et $FeSiO_3$, monocliniques, à plan des axes optiques normal à g^1 et angle des axes très grand: il appelle cette série (qui n'est pas nécessairement continue), celle des *enstatitaugites*, en désignant ses termes particuliers sous les noms d'enstatitdiopside, diopsidenstatite, hypersthénaugite, augithypersthène etc., dont l'énoncé fait comprendre la signification. Dans l'impossibilité où l'on se trouve de préciser exactement la place dans cette série d'un pyroxène déterminé sans une analyse chimique complète, il me paraît plus commode d'employer pour nom du groupe celui de *pigeonite*, qui, d'ailleurs, a la priorité.

J'ai rencontré des minéraux de cette série dans quelques diabases françaises (Ville-Guillaume en Combourg (*Ille-et-Vilaine*), en particulier, dans celles de la *Guinée*.

M. Wahl a trouvé ces types de pyroxènes dans la météorite (eukrite) de Juvinas; le plan des axes y est tantôt dans g^1 (avec $\rho < v$ autour de n_g) et tantôt perpendiculaire (avec $\rho > v$).

DIOPSIDE AUGITE

Bretagne. — Une erreur de mise en pages a fait indiquer à la page 584, les filons de granulite à diopside de Saint-Brevin comme se trouvant dans l'*Ariège*, alors qu'ils se rapportent à la ligne précédente, consacrée à la *Loire-Inférieure*.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai exploré à nouveau le gisement d'augite du Puy de la Rodde décrit page 595 ; les cristaux y sont extraordinairement abondants, généralement isolés ; j'en ai recueilli environ mille en une heure, sur lesquels 120 sont constitués par des macles suivant h^1 et les autres par des cristaux simples.

Nous avons décrit (*C. R. CXXVI. 1529. 1898*), M. P. Gautier et moi, une ancienne fumerolle, qui a traversé aux environs de Royat, une coulée et des scories basaltiques, renfermant de très nombreuses enclaves granitiques fondues. Des cristaux aciculaires d'augite acmitique, jaune d'or, ou ægyrinique verte et même d'ægyrine, parfois maclés suivant h^1 , sont, avec l'hématite, les minéraux néogènes les plus fréquents. Ces pyroxènes sont parfois associés sur les cendres à de l'apatite, de la biotite, du labrador, et sur les enclaves granitiques à de l'orthose sodique. Les houppes délicates de ces pyroxènes sont quelquefois implantées entre les grains de scories et le moindre souffle les met en liberté.

Des cristaux des mêmes minéraux accompagnent l'hématite dans les scories basaltiques altérées par les fumerolles du Puy de la Vache, dans les fentes des domites du Puy-de-Dôme, dans les trachytes à sanidine du Puy de la Tache au Mont-Dore, où ils ont quelquefois été pris pour du sphène.

Haute-Vienne. Les cipolins observés au milieu des carrières de kaolin de Coussac-Bonneval renferment des nodules d'un diopside jaunâtre, remarquable par l'abondance de ses macles polysynthétiques suivant h^1 (100).

Tahiti. — Il existe dans cette île des basaltes renfermant de grands phénocristaux d'augite aplatis suivant h^1 , allongés suivant l'axe vertical, souvent maclés suivant h^1 , dont la forme est comparable à celle de l'augite des basaltes demi-deuil du Mont-Dore ; à signaler en particulier ceux des vallées de Pâpenoo et de Fautaua.

Comores. — De beaux cristaux d'augite du type de ceux du Puy de la Rodde abondent dans les scories basaltiques d'Anjouan.

Madagascar. — Des cristaux semblables aux précédents se rencontrent dans les tufs basaltiques de la Grande Ile (et aussi des environs d'Antsirabé, Antsirané, etc.).

De belles masses de diopside complètement blanc, à plans de séparation suivant p , abondent dans les cipolins de la vallée de la Kiranomena

(Betsiriry). La même variété est fréquente dans les cipolins situés à l'ouest du Mont Bity et se prolongeant au sud, cipolins métamorphisés par le granite et par les pegmatites à tourmaline polychromes (Antandrokomby, Maharitra, etc.); il y est accompagné de trémolite.

Le diopside vert se rencontre dans tous les cipolins de la Grande Ile; je citerai comme particulièrement intéressante une variété en grands cristaux du pays Mahafaly (rive gauche du Manankaralahy, sur la route d'Ampanihy à Ejeda).

Pyrénées. — Les contacts des calcaires et du granite (tome I, p. 599) sont très riches en beaux échantillons de diopside incolore, gris ou vert, formant des masses laminaires ou des cristaux distincts allongés suivant *c*: Lac de Caillaouas (*Hautes-Pyrénées*), Notre-Dame de Salinas, masses grenues bordées de chondrodite, environs de Montlouis (*Pyrénées-Orientales*), env. de Carnières (*Ariège*) (dans cipolins) etc.

La collection du Muséum renferme un diopside vert foncé rappelant celui de Cabre (*Ariège*) (tome I, p. 607), mais plus foncé et indiqué comme provenant du val de Bitet, près des Eaux-Chaudes (*Basses-Pyrénées*).

Afrique occidentale. — *Guinée.* Le massif du Kakoulima renferme une *wehrlite* très fraîche et des gabbros, à grands cristaux de diallage, rappelant ceux des Alpes; ce diallage, à éclat métalloïde, est intact. Ces roches sont apparentées avec les norites, dont il est question plus haut page 763.

Dahomey. M. Hubert a rencontré dans les cipolins du Mont Zon des agrégats de forstérite et de diopside, en partie transformés en antigorite. La roche résultante a une couleur uniforme, jaune paille. Il existe aussi dans cette région des quartzites à diopside (*Mission au Dahomey.* 1908. 500).

5° Dans les gisements métallifères.

Bretagne. — *Finistère.* Des Cloizeaux a signalé (*op. cit.*, I, 57) des cristaux de diopside dans la limonite caverneuse de Huelgoat renfermant l'embolite. Je n'ai malheureusement pas pu retrouver d'échantillons provenant de ce gisement, qui est singulier.

6° Dans les produits d'incendie.

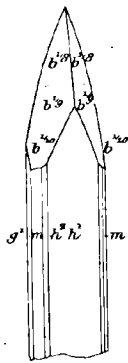
Antilles. — *Martinique.* Les roches refondues par l'incendie de Saint-Pierre (1902) sont riches en augite néogène. Une mention spéciale est due à l'augite acmitique formée dans les types de laves secondaires endomorphisées par le contact de verre fondu (voir à *wollastonite*).

ÆGYRINE (T. I, p. 610).

Corbières. — *Aude.* J'ai rencontré l'ægryrine verte et jaune (*acmite*) comme élément essentiel de la syénite néphélinique de Fitou.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* L'ægryrine et l'augite ægyrinique abondent dans des enclaves trachytiques très-cristallines des rhyolites de Lusclade dans le massif du Mont-Dore. Elles accompagnent la riebeckite dans les trachytes quartzifères bostoniques du funiculaire de la Bourboule.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Les syénites néphéliniques des îles de Los comportent un type à ægyrine, représenté surtout dans



Ægyrine aciculaire de l'île de Rouma.

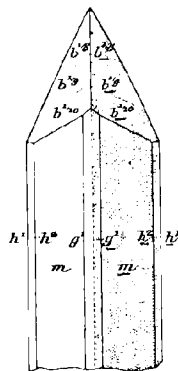


Fig. 1 et 2.

Macé suivant h^1 (100) de l'ægryrine de l'île de Rouma.

l'île de Rouma, mais existant aussi dans celle de Foutabar (Tamara) et dans le nord de l'île de Kassa.

Dans les types normaux, l'ægryrine est en moyenne postérieure aux feldspaths, mais, dans des enclaves lujauritiques du nord de Rouma, elle est aciculaire. De nombreux accidents pegmatiques renferment des cristaux d'ægryrine de plusieurs centimètres ; quand on y trouve de

grosses masses d'analcime, celles-ci contiennent presque toujours des cristaux contemporains d'ægryrine, très allongés suivant l'axe vertical, aplatis suivant h^1 (100), sauf quand ils sont maclés suivant cette face et présentant en outre dans la zone verticale, m (110) et h^2 (310) : il est difficile de les isoler avec leurs sommets, qui sont constitués par des pyramides très aiguës, oscillant entre $h^{1/10}$ ($\bar{5}31$) et $h^{1/8}$ ($\bar{4}41$) ; les macles suivant h^1 ne sont pas fréquentes. Les figures 1 et 2 représentent la forme de ces cristaux, sur lesquels j'ai pris les mesures suivantes :

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
mm	87°20'	87°	$mb^{1/10}$	153°29'	156°
mh^2	153°17'	152°59'	$mb^{1/9}$	164°29'	164°50'
			$mb^{1/8}$	161°47'	161°10'

L'ægryrine verte de cette région passe fréquemment à une variété brune ou jaune verdâtre (*acmite*).

Sahara. — *Aïr*. La mission Fourreau a recueilli des granites à ægyrine à Iférouane, des phonolites à ægyrine au pied du plateau du Tassili.

Afrique occidentale. — *Soudan*. Des granites et microgranites à ægyrine et amphiboles sodiques se rencontrent à Zinder et constituent de nombreux pointements, émergeant du sable du désert dans le Mounio, notamment aux environs de Gouré. Je les ai décrits (*C. R. CXL. 22. 1905*), d'après des échantillons rapportés par la mission Moll.

Depuis lors, M. Garde en a complété l'étude et a montré leur grand développement et leur association à des granites et à des rhyolites de même composition (*C. R. CXLIX. 43. 1909*) ; il a en outre trouvé dans le granite de Zinder un filon de *grorudite*, riche en ægyrine aciculaire.

Région du Tchad. Au Sud du Tchad, des rhyolites à ægyrine, décrites par M. L. Gentil, d'après des récoltes de M. Lacoïn (*C. R. XXXIX. 46. 1904*), constituent le rocher d'Hadger-el-Hamis (el-Khémiss).

La mission Lenfant a recueilli (Hubert. *C. R. XXXIX. 378. 1904*) aux chutes du M'Bourao, dans le lit du Mayo-Kabi, affluent de la Bénoué, des rhyolites à ægyrine, semblables aux précédentes.

Côte d'Ivoire. Parmi les échantillons que M. Chevalier m'a rapportés du Haut Baoulé, se trouve un granite rose à microcline, albite, amphibole sodique et ægyrine ; il a été recueilli entre Dialacora et Buandougou.

Madagascar. — J'ai décrit de nombreuses roches à ægyrine provenant de Madagascar.

Des granites et des syénites à ægyrine notamment se trouvent dans l'Ambongo, au milieu du massif de l'Ambohitrosy (*C. R.* CXXX. 1208. 1910).

De magnifiques granites rubanés à ægyrine constituent des filons au milieu des sédiments liasiques d'Ampasibitika (baie d'Ampasindava) qu'ils métamorphisent; certains types sont extrêmement riches en ægyrine aciculaire, d'autres renferment aussi de la riebeckite. (*Nouv. Arch. Muséum* IV. 1902. et V. 1903).

De nombreuses syénites néphéliniques à ægyrine se trouvent dans la même région, ainsi qu'à l'île de Nosy komba et dans le massif du Mont Bezavona, etc.; elles paraissent en général postérieures aux syénites néphéliniques à barkévicite.

L'ægyrine existe aussi sous forme aciculaire dans les tinguaites de cette même région. Dans les phonolites néphéliniques, qui y sont abondantes, elle est parfois aciculaire (environs de Diego Suarez), mais plus souvent elle forme de petits grains ou des plages pœcilitiques; une phonolite particulièrement intéressante à ce dernier point de vue est celle d'Antsoa. Enfin, des phonolites, ainsi que des trachytes à ægyrine, abondent dans le massif central de l'île (Monts Vontovorona, Iankiana, etc.).

Tahiti. — Parmi les roches néphéliniques de cette île, je n'ai trouvé l'ægyrine que dans les tinguaites de la vallée de Papenoo, où elle se présente sous la forme aciculaire habituelle.

Dans les produits d'incendie.

Antilles. — *Martinique.* J'ai observé la formation d'augite ægyrinique ou acmitique et d'ægyrine dans les produits de la fusion du verre et d'objets en fer avec les cendres et les murs d'andésite des maisons incendiées de Saint-Pierre, à la suite de l'éruption de 1902. (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904.)

JADÉITE, CHLOROMÉLANITE (Tome I, p. 613).

J'ai indiqué page 615 que le pyroxène de certaines des écoligites de la Loire-Inférieure est si voisin de la jadéite que c'est certainement dans ces roches qu'il y a lieu de rechercher l'origine des haches en jadéite et en chloromélanite, abondantes dans les gisements néoli-

thiques d'une grande partie de la France et notamment de la Bretagne.

La démonstration d'une semblable hypothèse, appliquée aux Alpes, est devenue définitive grâce aux découvertes de M. Piolti (*Att. R. Accad. sc. Torino*, XXXIV, 1899), de M. Franchi [*Boll. Com. geol. ital.*, 1900; *Boll. Soc. geol. ital.*, XXII. 130. 1903 et *Atti Congr. intern. sc. stor. Roma*, 1903 (V. 357. 1904)], puis de MM. Novarese et Stella (*Boll. Soc. geol. ital.*, *op. cit.*, 135 et 142).

Il résulte des observations de ces géologues qu'il existe au moins trois zones, dans lesquelles on rencontre, associées et passant les unes aux autres, des élogites et des roches constituées par de la jadéite ou de la chloromélanite.

Dans les Alpes Cottiennes, Graies, et Pennines, puis dans l'Apennin Ligure, elles forment des masses lenticulaires, associées à de la serpentine, à des gabbros et à des amphibolites de la zone des *pierres vertes* (Région du mont Viso entre la vallée de Varaita et celle de Pellice, puis entre la Dora Riparia et l'Orco; enfin vallée moyenne d'Aoste)¹.

Dans les Préalpes piémontaises (notamment entre la vallée de Maira et celle de Susa), puis dans les contreforts du mont Rose, les mêmes roches forment de petites lentilles au milieu des micaschistes sous-jacents aux pierres vertes.

Enfin, une bande très importante du même genre se trouve, encore dans les micaschistes, au bord de la zone diorito-gabbroïque d'Ivrée, à travers la vallée de l'Orco et celle de Sesia.

Tous ces gisements sont situés dans le *Piémont*, mais l'abondance des blocs des mêmes roches dans les vallées françaises des Alpes Cottiennes (Ubaye, Durance, Guil, Arc), et dans les vallées des affluents de gauche du Rhône (en *Suisse*, dans celles de Bagne et de Zermatt) montre que les conclusions, qui viennent d'être indiquées, ne s'appliquent pas seulement au versant italien; il est bien vraisemblable en outre qu'il faut les étendre à la *Corse*.

A peine est-il besoin de souligner l'importance de ces faits au point de vue archéologique; ils ruinent l'hypothèse, si longtemps admise, de l'origine asiatique des haches préhistoriques en jadéite et en chloromélanite de notre pays.

1. La jadéite du mont Viso et de Saint-Marcel (recueillie par Bertrand de Lom) a été analysée par Damour, mais il n'existait pas d'observations précises sur son gisement.

TRIPHANE (T. 1, p. 617).

Madagascar. — L'exploration du massif du Mont Bity à Madagascar a permis de fixer la provenance du triphane rose, dont il a été question à la page 618 du tome I et qui y a été indiqué comme faisant partie d'un lot de béryl rose, de quartz, et de tourmaline provenant de Farafatrana sur la côte orientale de l'île ; il s'agissait là simplement du port d'embarquement.

La première mention de la découverte en place de ce minéral à Antandrokomby est due à M. Dabren (*Bull. acad. malgache* IV. 1905-1906). J'ai moi-même décrit ce triphane (*B. S. M.* XXXI. 239. 1908 et XXXIII. 51. 1910), d'après des échantillons, que je dois à MM. Fürst, Baret et Tirlet : ils proviennent de ce premier gisement et surtout de deux autres.

Le triphane se trouve à Madagascar sous deux aspects. De grands cristaux rosés ou verdâtres, pierreux, translucides seulement sous une faible épaisseur, constituent un élément essentiel¹ de la pegmatite d'Antandrokomby ; il y est associé à du quartz, du microcline, de l'albite, des tourmalines polychromes ; il englobe parfois des cristaux de rhodizite et de microlite.

Le triphane transparent, parfaitement limpide, incolore, jaune verdâtre, parfois rosé, se rencontre dans les pegmatites à tourmalines polychromes de Maharitra (voir page 690), alors que la variété d'un rose violacé, comparable à la *kunzite* de Californie, se trouve surtout dans la carrière voisine d'Ampasiliatra. Dans ces deux gisements, le triphane forme des cristaux homogènes pouvant dépasser un décimètre de longueur ; ils sont engagés dans un kaolin résultant de leur décomposition et de celle des feldspaths, qui leur servent de gangue : ils sont toujours limités par des clivages *m*, creusés de profondes cavités de corrosion que représente la figure 1.

Ces cristaux de triphane appartiennent certainement à deux types, l'un allongé, l'autre raccourci suivant l'axe *c*. Il n'existe que très rarement des plans cristallins autres que *m* ; j'ai trouvé seulement un petit cristal raccourci suivant l'axe vertical présentant des faces h^1 , h^x et une large face $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; il existe fréquemment des surfaces courbes, pro-

1. Dans les lames minces de roches, le triphane ressemble au diopside, mais avec une biréfringence moindre.

duites également par corrosion. L'aspect de ces cristaux à surface corrodée et brillante rappelle celui des cristaux du béryl du Limousin altérés par le même mécanisme.

Je donne en *a* la moyenne que j'ai publiée antérieurement, de deux



Fig. 1.

Figures de corrosion d'une face *m* (110) de triphane de Maharitra.
L'arête *mm* antérieure (110) (110), est parallèle au bord gauche de la figure.

séries de mesures des indices (Na), faites sur des cristaux différents, puis celles effectuées par MM. Duparc, Wunder et Sabot (*Mém. soc. phys. Genève*, XXXVI, 402. 1910), pour la même lumière: variétés, rose (*b*), incolore (*c*), verdâtre (*d*).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
$n_g =$	1,6750	1,6758	1,6755	1,6815
$n_m =$	1,6645	1,6653	1,6648	1,6712
$n_p =$	1,6588	1,6603	1,6604	1,6682
$n_g - n_p =$	0,0162	0,0155	0,0151	0,0133
$2 V =$	73°58'	68°54'	65°30'	55°57'
Densité,	3,16	3,177	3,169	3,187

Les savants genevois ont donné les analyses suivantes de *b*) et de *d*).

	<i>b</i>	<i>d</i>
SiO ₂	63,85	62,21
Al ₂ O ₃	29,87	29,79
Fe ²⁺ O ₃	0,45	2,48
MnO.....	tr.	tr.
CaO.....	0,52	0,50
MgO.....	0,43	tr.
Li ² O.....	3,76	4,02
Na ² O.....	0,98	1,03
K ² O.....	0,43	0,21
P.f.....	0,37	0,25
	99,76	100,51

Ce minéral fournit une jolie pierre précieuse, mais qui est difficile à tailler, à cause de la facilité des clivages prismatiques.

Le triphane transparent et notamment une variété rose, semblable à celle d'Ampasihatra, se rencontre avec les mêmes minéraux (béryl, hambergite, rubellite, etc.) à Anjanaboina dans la région de Betafo. La variété lithoïde accompagne la rubellite à Antsangambato, d'après M. Duparc.

WOLLASTONITE (T. I, p. 619).

L'indication fournie page 620 sur la recristallisation de la wollastonite après fusion au chalumeau est inexacte. C'est la *pseudo-wollastonite* qui cristallise dans ces conditions. MM. Allen et White ont montré que cette dernière fond à 1502°C. et qu'elle se transforme à 1150° (sans fondre) en wollastonite monoclinique.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai rencontré (*B.S.M.* XXI. 272. 1898) à la base du roc Blanc, au fond de la petite vallée de Barbouillères (région de Quérigut), une aplité à microcline renfermant, comme élément essentiel, régulièrement distribué, des aiguilles, d'un blanc jaunâtre de wollastonite (en voie de transformation en calcite) et du diopside; cette aplité, qui traverse des cornéennes à grenat résultant du métamorphisme d'un calcaire par le granite, me paraît d'origine pneumatolitique; la wollastonite et le diopside seraient dus à une réaction de la paroi calcaire.

Vosges. — Le gisement, dont il est question page 622, est Essey-la-Côte.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai recueilli de belles masses fibrolamellaires de wollastonite dans les contacts granitiques du lac de Caillaouas.

Madagascar. — La wollastonite n'est pas rare dans les cipolins à pyroxène et à wernérites.

Dans les produits d'incendie.

Antilles. — *Martinique.* J'ai étudié en détail (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904) les produits de recristallisation des objets en verre, fondus dans l'incendie de Saint-Pierre, soit seuls, soit mélangés avec des cendres, des objets métalliques, etc., eux-mêmes fondus.

Lorsque le verre (bouteilles, vitres, etc.) n'a été que simplement ramolli, le produit cristallisé est la *réaumurite* décrite plus loin. Quand la température a été suffisante pour fondre complètement le verre et le rendre bulleux, il se forme de jolis cristaux de wollastonite, qui sont quelquefois macroscopiques [$p(001)g^1(010)a^{1/2}(201)a^{3/2}(\bar{2}03)$ avec allongement suivant b]. Ils sont accompagnés d'un pyroxène sodique (augite sodique ou *ægyrine*), lorsque le verre a fondu avec des objets en fer et avec des cendres. La présence du cuivre ne se manifeste que par la coloration bleue donnée à la portion restée vitreuse : celle-ci est toujours considérable comparativement à la wollastonite.

Des expériences des savants américains citées plus haut, on peut conclure que ces verres à wollastonite ont été portés à une température inférieure à 1150°C., puisque celle-ci est le point d'inversion de la wollastonite.

RÉAUMURITE

On sait depuis longtemps que le verre maintenu pendant un certain temps à une température voisine de celle de son ramollissement se transforme en une matière blanche, opaque, qui a reçu le nom de *porcelaine de Réaumur*, du nom du savant qui, le premier, l'a étudiée.

J'ai montré (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 621, et pl. XXXVII, fig. 5) que ce produit est cristallisé, orthorhombique, que ses cristaux sont allongés suivant c , et aplatis parallèlement au plan des axes optiques, compris dans la zone verticale. La bissectrice aiguë est *posi-*

tive et parallèle à c ; l'écartement des axes est petit ; $n_g - n_p = 0,009$ environ.

Ce produit est facilement attaqué par les acides ; il a été impossible de le séparer d'un faible résidu vitreux au milieu duquel il est noyé, mais il est vraisemblable qu'il a une composition très voisine de celle du verre, et par suite se rapproche plus ou moins de la composition $3SiO^2 (Ca, Na^2)O$; ce n'est donc que par analogie d'origine avec la wollastonite du verre que je le place ici.

Bien que cette substance ne se trouve pas dans la nature en dehors des produits de l'activité humaine, on peut la considérer cependant comme un minéral, que j'ai appelé la *réaumurite* (*La Montagne Pelée après ses éruptions*. 1908. 134), car je l'ai vue se former dans des conditions naturelles, au cours de l'incendie de Saint-Pierre (*Martinique*), ainsi qu'à Boscotrecase dans les maisons envahies par la coulée de leucittéphrite de l'éruption du Vésuve en 1906.

LÂVENITE (T. I, p. 625).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. L'île de Rouma mérite de devenir classique comme gisement de lâvénite ; ce minéral y est un élément essentiel de la syénite néphélinique à ægyrine et astrophyllite ; il y est souvent aussi abondant que ces deux minéraux et y est macroscopique.

A l'inverse de ce qui a lieu d'ordinaire dans la plupart des gisements de ces roches, la lâvénite n'est pas toujours un élément ancien ; souvent comme tous les autres minéraux colorés, elle est postérieure aux feldspaths qu'elle moule et alors elle n'a pas de formes distinctes. Elle se présente sous deux variétés ; l'une d'un brun rouge, l'autre jaune pâle. La variété foncée possède parfois des formes déterminables m (110), h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), $d^{1/2}$ (111) et plus rarement o^1 (101) (fig. 1) ; les macles h^1 (100) polysynthétiques sont fréquentes, mais ne sont constituées que par un petit nombre d'individus.

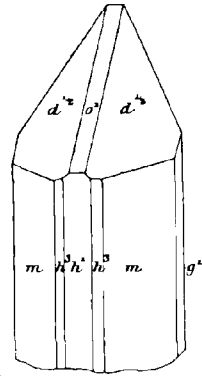


Fig. 1.
Lâvénite de l'île de Rouma.

La seconde variété est moins abondante ; elle est jaune paille. Les macles suivant h^1 sont extrêmement répétées et déterminent une structure lamellaire suivant le plan de macle.

M. Grünsch a signalé (*Z. d. d. g. g.* XXXIX. 96. 1887) dans l'île de Kassa une lavenite à pléochroïsme anormal (n_g = jaune rouge, n_p = jaune clair), que je n'ai pas rencontrée.

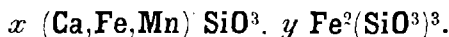
RINKITE (T. I, p. 628).

Propriétés optiques. Une erreur de mise en pages, déjà signalée dans un errata, a introduit page 629 (ligne 10) une erreur qu'il faut rectifier ainsi. « La bissectrice aiguë positive (n_g), est presque perpendiculaire au clivage h^1 ; dans g^1 , l'indice n_m fait un angle de 7° environ avec l'axe vertical. »

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Tandis que dans certaines régions, la rinkite accompagne la lavenite dans des syénites néphéliniques, aux îles de Los, ces deux minéraux s'excluent d'ordinaire.

Absente des types à ægyrine, sauf dans des blocs recueillis non en place sur le bord de la mer à Konakry (côte de Guinée), la rinkite en petits cristaux microscopiques est abondante dans la syénite néphélitique à barkévicitte. Dans un type très leucocrate du Nord de l'île Foutabar, ces petits cristaux forment même des agrégats d'un jaune citron de plusieurs centimètres de diamètre.

BABINGTONITE ¹



Triclinique $mt = 87^\circ 24'$

$b : c : h = 1000 : 1118,80 : 457,30$ $D = 724,89$ $d = 774,95$

Angle plan de $p = 86^\circ 10'$

— $m = 93^\circ 48'$

— $t = 112^\circ 22'$

$$\left[\begin{array}{l} a : b : c = 1,06906 : 1 : 0,63084. (\text{Dauber}). \\ yz = 104^\circ 21' \quad zx = 108^\circ 30' \quad xy = 83^\circ 34' \end{array} \right]$$

Formes et facies. La babingtonite se présente en cristaux généra-

1. A placer, dans la systématique, après la *rhodonite*. T. I. p. 632.

lement raccourcis, rappelant dans la zone verticale ceux des pyroxènes ; les faces de la zone p (001) t (110) sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Ce minéral forme aussi des masses grenues ou miarolitiques.

Clivages. Clivages, parfait suivant m ($\bar{1}\bar{1}0$), facile suivant t (110). Cassure subconchoïdale.

Dureté, 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 3,35 à 3,38.

Coloration et éclat. Noire, transparente seulement en lames minces, et alors de couleur verte.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est voisin de t (110) et par suite presque normal à m ($\bar{1}\bar{1}0$) ; l'extinction est de 31° sur g^1 (010), de 44° sur h^1 (100).

$$2V = 60 \text{ à } 65^\circ \quad N = 1,72 \quad n_g - n_p = 0,03 \text{ env.}$$

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

n_g = vert foncé.

n_m = jaune ou brunâtre.

n_p = vert clair.

Composition chimique. Dans la formule x (Ca,Fe,Mn) SiO_3 . y Fe^2 (SiO_3) $_3$, le rapport des deux termes oscille entre 9 : 1 et 6 : 1.

Essais pyrognostiques. Fond facilement au chalumeau en un globule noir, magnétique. Inattaquable par les acides.

Diagnostic. Le minéral ressemble à un pyroxène très ferrifère.

L'examen optique permet d'établir le diagnostic, grâce aux propriétés, qui sont celles d'un minéral triclinique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La babingtonite est rare dans la nature ; elle se rencontre dans quelques gisements ferrifères et dans les géodes du granite de Baveno. Par contre, elle se forme assez fréquemment dans les produits métallurgiques et au cours d'incendies ; c'est dans la dernière de ces conditions que j'ai à l'étudier ¹.

1. J'ai observé des scories riches en babingtonite dans les débris de la démolition du foyer très usagé d'une usine de menuiserie de Paris, n'utilisant que le bois comme combustible.

Composition chimique. La formule donnée plus haut est celle établie par M. Brögger pour la hiortdahlite. M. Prior a proposé la formule $3\text{CaSiO}_3 \cdot [\text{Ca}(\text{F.OII})] \text{NaZrO}_3$ pour la guarinite, dans un mémoire (*Min. Mag.* XV. 248. 1909), publié en collaboration avec M. Zambonini, et consacré à la démonstration de l'identité de ces deux minéraux.

Essais pyrognostiques. Fond en un émail blanc. Fait gelée avec les acides : la solution chlorhydrique donne avec le papier de curcuma la réaction de la zircone.

Diagnostic. Se distingue par les propriétés optiques de la wœhlérite, ainsi que par l'absence d'une quantité notable d'acide niobique et par l'abondance de la zircone.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hiortdahlite se trouve dans les syénites néphéliniques du Langesundfjord et dans les sanidinites de la Somma (*guarinite*).

Afrique occidentale. — *Iles de Los.* Je crois pouvoir rapporter à la hiortdahlite, d'après ses propriétés optiques, un minéral, qui est assez abondant comme élément microscopique d'une syénite néphélinique à biotite de l'île de Kassa ; je ne l'ai rencontré dans aucune des syénites à ægyrine ; les silicozirconates de celles-ci sont l'eudialyte et la lâvenite.

WOEHLÉRITE (T. I, p. 627).

Afrique Occidentale. *Iles de Los.* J'ai rencontré la wœhlérite dans les pegmatites de syénites néphéliniques à barkévicitte de l'île de Foutabar ; elle s'y présente même sous forme macroscopique, en plages translucides, d'un jaune pâle possédant un éclat résineux.

L'identification avec la wœhlérite est rendue certaine, grâce à une propriété optique, sur laquelle il est bon d'appeler l'attention. La wœhlérite possède une macle suivant un plan parallèle à la face d'aplatissement h^1 (100) ; le plan des axes optiques étant normal à g^1 (010) et la bissectrice aiguë *négative* faisant dans cette face, un angle d'environ 45° avec c , il en résulte qu'une section perpendiculaire à la bissectrice aiguë de l'un des individus de la macle est conjuguée à une section du second cristal,

sensiblement parallèle au plan des axes optiques. Des sections de ce genre se reconnaissent immédiatement, grâce à la différence de biréfringence ($n_g - n_m = 0,010$ et $n_g - n_p = 0,026$) des deux composants, dont l'extinction se fait suivant la ligne de macle (zone de symétrie).

GROUPE DES AMPHIBOLES

ANTHOPHYLLITE-GÉDRITE (T. I, p. 635).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Tous les échantillons de gédrite existant dans les collections proviennent d'un bloc éboulé dans la vallée de Héas, qui se trouve à 2 km. environ du village de Gèdres ; il a été presque entièrement débité par les voyageurs. Il paraît provenir du Coumély, formé par des schistes dévoniens supérieurs métamorphisés par le granite.

Cette hypothèse m'est suggérée par la découverte que j'ai faite (*B. C. F. XI. n° 71. 1900*) de ce même minéral en place dans les schistes micacés, métamorphisés par le granite de la sortie du lac de Caillaouas : il y est associé à l'almandin. Au glacier des Gourgs blancs, qui domine ce lac, la gédrite forme des fibres de plusieurs centimètres de longueur dans des leptynolites, à la fois riches en oligoclase et en cordiérite. Parfois au milieu de ces deux derniers minéraux, se trouvent de petits nodules de corindon et de spinelle ou de spinelle et de staurotide bordée de spinelle vert. Cette gédrite renferme des inclusions de zircon (avec auréoles pléochroïques à biréfringence augmentée), de graphite, etc.

Plateau Central. — *Haute-Loire et Aveyron.* J'ai développé (*B. S. M. XIX. 67. 1896*) la courte description, donnée à la page 639 du tome I, de la gédrite de Saint-Projet-Armandon et de l'anthophyllite d'Arvieu.

Puy-de-Dôme. M. G. Friedel a fait (*B. S. M. XXV. 102. 1902*) l'analyse suivante de l'anthophyllite, souvent mélangée à de l'opale et à de la calcite, se trouvant dans une serpentine des environs de Saint-Germain-Lherm, sur le vieux chemin de Saint-Bonnet-le-Bourg.

SiO₂ 58,38 ; FeO 8,37 ; MgO 28,82 ; Al₂O₃ 0,10 ; CaO 0,61 ; H₂O (au rouge) 0,68 ; H₂O 2,75 = 99,71.

Le minéral purifié est blanc de neige ; sa densité = 3,034. D'après

M. G. Friedel, il ne possède pas de clivages suivant des plans distincts mais se clive suivant un cylindre parallèle à l'axe d'allongement.

Tonkin. — Une gédrite asbestiforme, en veines dans les schistes cristallins du Fleuve-Rouge, a été trouvée près de Than-Vaï (Dupouy *op. cit.* 46) en blocs pesant plusieurs kilogrammes.

Plus récemment, M. Deprat a indiqué l'existence d'une anthophyllite fibrolamellaire dans la même région, à 400 mètres de la gare de Ngoi-Hop (*B. S. M.* XXII. 382. 1909).

GRUNÉRITE (T. I, p. 642).

Maures. — *Var.* J'ai montré (*C. R.* CXXX. 1278. 1900) que la roche à grunérite de Collobrières renferme, en plus des éléments antérieurement signalés, de gros grains de fayalite et beaucoup d'apatite.

M. Kreutz a complété les indications concernant ce minéral données pages 643. (*Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien.* CXVII. 1908.)

La bissectrice aiguë est *négative*. Les indices sont (Na) :

$$n_g = 1,717; n_m = 1,697; n_p = 1,672; n_g - n_p = 0,045; 2V = 82^\circ < v$$

Il a en outre publié l'analyse suivante : SiO_2 47,17 ; Al_2O_3 1,00 ; Fe^2O^3 1,12 ; FeO 43,40 ; MnO 0,08 ; CaO 1,90 ; MgO 2,61 ; K_2O 0,07 ; Na_2O 0,47 ; H_2O 2,22 ; F 0,07 = 100,11.

TRÉMOLITE-ACTINOTE (T. I, p. 645).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* M. Nentien m'a communiqué des échantillons blancs, constitués par des fibres de trémolite, noyées dans de la calcite et provenant d'une recherche de mine de cuivre à Accous.

La collection du Muséum possède des calcaires indiqués comme provenant de Louvie-Juzon et renfermant de jolies aiguilles d'actinote.

Ariège. J'ai recueilli de magnifiques échantillons rigides de trémolite asbestiforme, en veines dans les cornéennes calcaires métamorphisées par le granite de la haute vallée d'Ustou.

Dans le fond de la vallée de Lartigue en Auzat, j'ai rencontré des masses fibreuses d'actinote de plus d'un centimètre de long ; elles se trouvent à quelques mètres d'un contact granitique.

Cévennes et Plateau Central. — *Gard et Aveyron.* Brongniart a signalé de l'asbeste dans la vallée de Mangadon au nord du Vigan. Les échantillons asbestiformes de ce gisement, que m'a communiqué M. Bouhard, sont constitués par de la palygorskite ; mais M. Bergeron a indiqué (*C. R.* CXLIV. 983. 1907) l'existence de la trémolite dans le voisinage, au-dessus de la métairie du Tour ; elle se trouve dans des calcaires cambriens, métamorphisés par le granite.

Corrèze. M. Puyaubert m'a communiqué des échantillons d'actinote verte en baguettes courbes de 15 cm. de longueur, trouvées dans le deuxième tunnel du chemin de fer de Tulle à Uzerches, près du village du Pezat, au km. 3 de Tulle.

Maine. — *Mayenne.* M. OEhlert m'a signalé des filonnets d'asbeste dans les dykes de porphyrite de Villers-Charlemagne et de Houssay.

Haute-Vienne. L'asbeste filamenteuse se rencontre dans la serpentine de la Roche l'Abeille.

Algérie. — *Oran.* M. Flamand a signalé de nombreux gisements d'asbeste dans les ophites du Sud Oranais (*Assoc. Franç. Av. sc.* 1900, 167). M. Braly m'a communiqué une actinote aciculaire d'un vert clair à fibres de 7 cm. de longueur, formant des veines dans l'ophite de Djenan-el-Dar.

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.*, 4) de jolis cristaux de trémolite et d'actinote dans les talcschistes de la Rivière Noire et il a signalé l'existence de filonnets (6 à 8 cm. d'épaisseur) d'asbeste dans les roches vertes au nord de That-Khé vers Cao-Bang, notamment entre That-Khé et Dong-Khé.

Madagascar. — La trémolite est fréquente dans les cipolins ; je citerai notamment ceux d'Ambohimirakitra, à 15 km. S. S. E. de Tananarive, d'Antsofombato à l'ouest de Tsinjoarivo, du pied du mont Ankarinarivo, du S. E. d'Alasora. De jolis échantillons lamellaires de trémolite blanche, associés à du graphite, se trouvent à Tranoroé, à 5 heures d'Ampanihy, dans le pays Mahafaly.

Une variété asbestiforme de trémolite a été rencontrée dans les travaux du tunnel de Vongavonga.

Ce même minéral, ainsi que l'actinote, abonde aussi dans les calcaires en contact avec le granite, notamment près du massif du

Mont Bity (Maharitra, Antandrokomby), du mont Mahatsinjo au voisinage d'Ambatofangehana [masses fibreuses de trémolite à Sahosorina, au S. d'Ambatoharina (voir *imérinite*); l'actinote se trouve dans les calcaires de nombreux points de la vallée de la Vato].

IMERINITE

Je donne ce nom à un nouveau type d'amphibole sodique, qui possède tous les caractères extérieurs d'une trémolite de couleur spéciale, mais est remarquable par ses propriétés optiques et chimiques.

Formes et facies. L'imérinite constitue de petites aiguilles ne présentant que les faces m (110) distinctes; l'angle du prisme est en moyenne de $124^{\circ}42'$; il est difficile cependant de préciser, les cristaux étant presque toujours groupés à axes imparfaitement parallèles.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 3,02.

Coloration et éclat. Bleu de lin, de nuance plus ou moins foncée, devenant parfois presque incolore. Éclat vitreux très vif.

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

Les extinctions en lumière blanche sont imparfaites par suite d'une très forte dispersion des bissectrices. Les cristaux sont souvent zonés ou faculés: n_g fait avec l'axe vertical un angle suivant les zones, mais approchant 45° . La bissectrice aiguë est *négative* (n_p).

L'angle des axes optiques est faible, mais n'a pu être précisé, le minéral étant trop peu biréfringent et la dispersion des axes beaucoup trop grande: dans les variétés de couleur très pâle, qui sont moins dispersives, $2E$ atteint environ 100° .

Pléochroïsme. La couleur est inégalement répartie par suite de l'existence de la structure zonée ou faculée dont il vient d'être question et le minéral est souvent incolore en lames minces; quand le pléochroïsme est perceptible, il se fait dans les teintes suivantes avec $n_m > n_g = n_p$.

n_g = vert bleuâtre pâle.

n_m = bleu violacé.

n_p = vert jaunâtre pâle.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani.

SiO ²	53,73
TiO ²	0,41
Al ² O ³	2,72
Fe ² O ³	4,72
FeO.....	4,70
MgO.....	20,60
CaO.....	2,73
Na ² O.....	7,42
K ² O.....	1,82
H ² O.....	0,85
F.....	0,92
	<hr/>
	100,62

Le rapport $\text{SiO}^2 : (\text{R}^2\text{O}^3 + \text{RO} + \text{R}^2\text{O} + \text{F}) = 1 : 1,014$, c'est-à-dire presque exactement celui d'un métasilicate.

Au point de vue chimique, cette amphibole ne peut être rapprochée que de la *richtérite* et en particulier de sa variété la *natronrichtérite* (*astochite*), mais celle-ci est plus pauvre en sesquioxyde, ne contient presque pas de fer et par contre renferme beaucoup de manganèse ; de plus, ses propriétés optiques ne diffèrent guère de celles de la *trémolite*.

Essais pyrognostiques. Comme la *trémolite*, mais très fusible au chalumeau, en colorant la flamme en jaune intense.

Diagnostic. Ces propriétés pyrognostiques et optiques constituent la caractéristique de l'*imerinite*, qui semble jouer par rapport à la *richtérite* le même rôle que la *katoforite* vis-à-vis des *hornblendes*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai choisi le nom d'*imerinite* pour rappeler le nom d'Imerina, province centrale de la grande île, si intéressante au point de vue minéralogique. J'ai trouvé les premiers échantillons de ce minéral parmi des roches rapportées par M. Villiaume. M. Mouneyres a bien voulu plus tard me faire recueillir une série importante d'échantillons qui m'a permis d'achever cette étude.

L'*imerinite* constitue de petites aiguilles, pouvant atteindre quelques millimètres de longueur au milieu d'un calcaire métamorphique des environs d'Ambatoharina, à 2 ou 3 km. du confluent du Mahanoro et du Vatamaro, à l'est d'Ambatofangehana : il s'agit certainement là de calcaires métamorphisés par le granite du massif du mont Mahatsinjo.

L'imerinite est accompagnée de phlogopite, d'albite, de quartz, de rutile, de sphène et de pyrite; à l'inverse de ce qui a lieu pour cette amphibole, qui paraît localisée dans le point précis qui vient d'être indiqué, ces autres minéraux sont distribués dans les calcaires de toute la région et ne sont souvent visibles qu'au microscope.

HORNBLLENDE (T. I, p. 664).

Pyrénées. — J'ai montré (*B. C. F.* X. 1898, n° 64 et XI. 1900, n° 71), que dans le granite des Pyrénées, et notamment dans celui du massif d'Ax et de Quérigut, la hornblende se développe toujours au contact des calcaires et que ces roches se transforment progressivement en diorites micacées quartzifères, en diorites, en hornblendites et même en péridotites à hornblende. Ces deux derniers types présentent souvent des cristaux de hornblende de plusieurs centimètres, englobant ou non pœcilitiquement des grains de péridot; la roche que j'ai désignée sous le nom de picrite à hornblende (je dirai aujourd'hui péridotite à hornblende), page 672, est un des termes extrêmes de cette transformation.

D'autre part, j'ai décrit (*C. R.* VIII. *Congrès géol. intern.* 1900, Paris 1901) toute une série de roches parfois à très grands éléments, riches en hornblende, géologiquement apparentées avec les lherzolites et qui présentent comme élément constitutif des hornblendes brunâtres ou bruns, rarement bleuâtres sur les bords. Celles-ci doivent très probablement être rapprochées de la *sorétite* de MM. Duparc et Pearce.

Telles sont dans l'*Ariège*: la hornblendite feldspathique péridotique et pyroxénique du Col d'Eret près Ercé, les péridotites à hornblende pœcilitiques et les hornblendites d'Argein, les diorites mélanocrates, ressemblant à des amphibolites schisteuses (hornblende brune, bleuâtre sur les bords) de Serreing en Sentenac, de Comères en Seix, du Tuc des Comères en Castillon, etc.

Enfin, j'ai donné le nom d'*avezacite* à une roche remarquable, formant à Avezac-Prat (*Hautes-Pyrénées*) des filons dans la lherzolite; cette roche, ne renfermant que 31,8% de silice, est essentiellement constituée par de la hornblende brune, avec un peu d'augite, de sphène, d'apatite et enfin d'ilménite qui moule les autres éléments. Cette roche présente une structure cataclastique, rappelant celle des météorites; l'*avezacite* ne peut guère être comparée qu'aux nodules à hornblende des tufs basaltiques.

La hornblende et les roches à hornblende brune des environs de Lherz, dont il est question tome I, page 674, constituent les roches que j'appelle aujourd'hui *ariégites*.

Madagascar. — Les tufs basaltiques de l'île renferment en abondance des fragments de hornblende intratellurique ; j'ai vu en particulier des fragments provenant des environs de Diego-Suarez qui atteignent 8 cm.

Comores. — Beaux échantillons identiques aux précédents dans les tufs basiques, notamment à Anjouan.

Nouvelle-Calédonie. — Les péridotites (serpentes) de l'île sont traversées par des filons de diorites à grands éléments et de hornblendites, véritables pegmatites dioritiques, d'où l'on peut extraire parfois des clivages de hornblende noire, ayant la longueur de la main (Baie N'Go en particulier).

Antilles. — *Martinique et Guadeloupe.* Les dacites et les andésites de ces deux îles et plus rarement les andésilabradorites renferment parfois de la hornblende, associée à l'augite ou remplaçant celle-ci, sans que cette substitution corresponde à un changement de composition chimique notable. L'andésite de la pointe Burgos, certains des types de la brèche andésitique des massifs de la Montagne Pelée et du Carbet, les dacites du Carbet sont particulièrement à citer à cet égard : dans ces dernières roches, les cristaux de hornblende sont caractérisés par la prédominance de h^1 (100) et de g^1 (010) dans la zone verticale.

Cette même hornblende brune est caractéristique des enclaves homogènes, qui abondent dans les andésites et notamment dans celle de l'éruption de 1902 à la Montagne Pelée ; elle y forme fréquemment des cristaux mesurant 3 cm.

C'est une de ces enclaves de la lave de 1902 qui m'a fourni les matériaux d'une étude plus complète de ce minéral. L'angle d'extinction est de 15°, quand cette amphibole est d'un brun vert ; cet angle tombe à 2° lorsque, par rubéfaction, elle est devenue d'un brun rouge, très biréfringente et très pléochroïque. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani sur un produit de densité 3,24.

SiO₂ 44,25 ; TiO₂ 1,74 ; Al²O₃ 12,80 ; Fe²O₃ 6,90 ; FeO 5,85 ; MgO 13,6 ; CaO 11,00 ; Na²O 1,42 ; K²O 0,49 ; H²O 1,38 = 99,38.

Dans les roches volcaniques de la Martinique, l'amphibole subit souvent les phénomènes de résorption habituels, mais j'y ai en outre observé (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 507, 1904) des transformations progressives ou complètes en un agrégat holocristallin, grenu ou ophitique, d'augite, de plagioclases basiques et de magnétite.

BARKÉVICITE (T. I, p. 660).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La syénite néphélinique de Pouzac renferme des ségrégations à grands éléments, qui sont extrêmement riches en barkévicite.

La roche, en filon dans le crétacé d'Arudy, près Saint-Christau, dont il est question page 671, et d'autres analogues de la même région, caractérisées aussi par de longues baguettes de barkévicite, sont les homologues, assez altérées, des monzonites néphéliniques décrites plus loin. Une amphibole barkévicitique se trouve aussi, mais en plages xénomorphes, dans des diabases ophitiques, souvent riches en analcime de la même région, qui ont un caractère essexitique très net.

Il faut rapprocher de la même série une roche à cristaux nets de barkévicite de plusieurs centimètres de longueur, qui, aux environs d'Adé, forme des filons dans une picrite à hornblende, ainsi qu'une curieuse diorite à grands cristaux de hornblende et à plagioclase transformé en albite, des environs d'Ossen.

Plateau Central. — *Cantal.* C'est également à une série un peu alcaline qu'il faut rapporter toutes les roches intrusives grenues, que j'ai trouvées récemment (*C. R. CXLIX. 541. 1909*) au milieu des tufs pliocènes du volcan du Cantal dans la vallée de la Jordanne, en amont de Mandailles : monzonite à biotite, monzonite leucocrate passant à la syénite avec un peu de néphéline, gabbro essexitique, etc. Quelques-unes de ces roches sont caractérisées par l'existence de grands cristaux pœcilitiques de hornblende brune de plusieurs centimètres.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Les syénites néphéliniques des îles de Foutabar, de l'îlot du Cabri appartiennent surtout à un type à barkévicite. Les cristaux de ce minéral sont généralement très peu allongés suivant l'axe vertical et forment dans les nombreuses variétés

pegmatoïdes de ces roches des cristaux de plusieurs centimètres n'ayant pas de contours géométriquement distincts.

Madagascar. — La barkévicite est caractéristique des types dominants des roches néphéliniques de Nosy komba et des environs de la baie d'Amipasindava, notamment aux alentours d'Ankaramy et plus au sud-ouest dans le massif du Mont Bezavona. Dans les syénites et les monzonites néphéliniques, cette barkévicite est très allongée suivant l'axe vertical : les variétés pegmatoïdes de monzonite en renferment des cristaux à faces prismatiques ($mg^1 h^1$) nettes ; ils atteignent jusqu'à 5 cm. de longueur ; ils sont très éclatants.

Dans les types mélanocrates de monzonites (essexites), dans les gabbros néphéliniques et les gabbros essexitiques, ces cristaux ne sont plus allongés suivant l'axe vertical, ils sont raccourcis et ont une tendance à la structure pœcilitique ; ils sont intimement associés à de l'augite et à de la biotite ; là encore, on en trouve des cristaux de plusieurs centimètres de plus grande dimension. La même amphibole, qui donne l'air de famille à toutes les roches de cette région, se trouve aussi dans les camptonites, les monchiquites et enfin dans des basaltes amphiboliques filoniens (Ambodimadiro).

Tahiti. — Toutes les remarques qui viennent d'être faites sur les roches alcalines de Madagascar peuvent être appliquées aux roches à néphéline (syénites, monzonites, gabbros néphéliniques, camptonites, etc.) de la vallée de Papenoo (voir à *néphéline*).

KATOFORITE (T. II, p. 689) ET ANOPHORITE

Propriétés optiques. Une rectification est à faire aux propriétés optiques, données page 689 ; la bissectrice aiguë est, non pas positive, mais *négative*.

M. Freudenberg vient de décrire (*Mitt. bad. Geol. Landesanst.* VI. 47. 1908) sous le nom d'*anophorite* une amphibole, riche en titane, en sodium, en magnésium et en fer, pauvre en calcium et en aluminium ; elle paraît être une variété de *katoforite* à plan des axes optiques *perpendiculaire* à g^1 (010) ; l'angle d'extinction dans g^1 (rapporté à n_m), est de 20 à 28°, dans l'angle aigu ph^1 . L'écartement des axes est faible autour de la bissectrice aiguë *négative* ($2E = 33^\circ$ à 40°). La dispersion $\rho > v$ est forte.

Les teintes de pléochroïsme sont les suivantes, avec $n_g > n_m < n_p$:

n_g = brun rouge foncé
 n_m = vert à jaune vert
 n_p = jaune-paille.

La densité est de 3,17. Cette amphibole a été trouvée dans la shonkinite du Katzenbuckel. Je crois pouvoir lui rattacher l'amphibole de quelques gisements décrits plus loin.

Soudan. — C'est une sorte d'anophorite, qui constitue l'amphibole associée à l'ægyrine du granite de Dirikoa (*Mounio*), recueilli par M. Garde. Les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë négative sont à peine biréfringentes; le plan des axes optiques est normal à g^1 pour la lumière blanche; n_g = brun-châtaigne, n_m = jaune vert, n_p = jaune brunâtre $n_g > n_m > n_p$. Cette amphibole se transforme sur les bords et le long de ses clivages en riebeckite, qui forme aussi des prolongements aciculaires aux grands cristaux anciens.

Madagascar. — J'ai rencontré des amphiboles katoforitiques comme élément essentiel des nordmarkites de Maromandia près Ankaramy (*Nouv. Arch. Muséum.* IV. 95. 1902). Elles possèdent un pléochroïsme intense dans les teintes d'un brun vert et d'un jaune pâle; l'extinction est de 30° au centre, alors qu'au bord, de couleur bleue, elle tombe à 15°. Des amphiboles analogues se trouvent dans les syénites quartzifères du bassin du Mangoro et dans celles d'Ambohitrosy (Ambongo), où elles sont intimement associées à de l'ægyrine et à de l'ænigmatite.

J'ai rencontré comme élément d'une syénite quartzifère d'Ampasibitika, dans la baie d'Ampasindava, une amphibole que peut-être faut-il rapprocher de l'anophorite.

Elle englobe pœcilitiquement les feldspaths; son angle d'extinction est de 16°, rapporté à n_m ; elle possède la très grande dispersion de la katoforite. Le pléochroïsme est le suivant :

centre				bord
n_g	ou	n_m	$>$	n_p
brun verdâtre		brun rougeâtre	jaune	vert gris bleu
			$>$	n_p
			vert	gris brun

Cette amphibole a une grande tendance à se transformer en limonite. J'ai observé de la katoforite à extinction de 33° (n = brun ver-

dâtre, $n_g =$ brun foncé, $n_p =$ jaune clair) en plages pœcilitiques dans une phonolite néphélinique à ægyrine, à très gros éléments, de l'île d'Antsoa, vis-à-vis de la pointe d'Ambavatoby; elle est généralement bordée d'une arfvedsonite bleuâtre.

Réunion. — C'est à la katoforite qu'il faut rapporter l'amphibole accompagnant l'ægyrine comme élément essentiel des syénites alcalines, parfois un peu quartzifères, qui se trouvent en blocs dans la rivière des Sables.

Soudan. — L'étude des matériaux rapportés par la mission Moll m'a permis de signaler (*C. R. L. XXXIX. 22. 1905*) l'existence dans le Mounio, aux environs de Gouré, de microgranites à ægyrine renfermant une amphibole sodique d'une étude difficile à cause de sa couleur foncée, et appartenant sans doute au groupe de la katoforite.

Elle possède un allongement positif; l'angle des axes optiques est très petit autour de la bissectrice aiguë n_p ; il existe une dispersion très grande, un pléochroïsme très intense: $n_g =$ jaune verdâtre à bleu vert, $n_m =$ brun rose à brun vert, $n_p =$ jaune vert clair. L'absence de formes et de clivages nets dans cette amphibole, qui est toujours très pœcilitique, ne permet pas de savoir s'il faut la rapporter à la katoforite ou à l'anophorite.

Depuis lors, de nombreux matériaux sur cette région ont été rapportés par M. Garde, qui a pu montrer l'association à ces microgranites, de granites et de rhyolites, et de faire voir d'une façon plus générale le très grand développement de ces roches sodiques dans tout le Mounio¹.

HASTINGSITE

MM. Adams et Harrington ont donné ce nom (*Am. Journ. of. sc. I. 210. 1896*) à une amphibole sodique, riche en sesquioxyde ($Al^2 O^3$ et $Fe^2 O^3$), en fer ferreux, contenant de la chaux et sensiblement pas de

1. J'ai observé dans cette même roche, un minéral, que j'ai considéré autrefois comme orthorhombique, mais qui est en réalité quadratique; il forme des groupes de prismes, incolores en lames minces, de biréfringence 0,015; il est uniaxe et *négalif*; sa réfringence est supérieure à celle du quartz. Sa structure pœcilitique, qui lui fait englober un grand nombre de grains de quartz, n'a pas permis de l'isoler et par suite de le déterminer exactement.

Clivages. Clivages, faciles suivant m (110); imparfait suivant g' (010).

Cassure inégale.

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 3,44.

Coloration et éclat. Noir éclatant, vert bleuâtre en lames minces. Poussière d'un gris bleu foncé. Transparente seulement en lames très minces. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Biréfringence faible. Plan des axes optiques parallèle à g' (010); n_p fait un angle d'environ 18° avec c , dans l'angle aigu ph^1 , mais cette valeur est incertaine à cause de la très grande dispersion des bissectrices, qui rend les extinctions incomplètes, sauf dans la zone de symétrie.

2 V est très grand; le signe de la bissectrice est douteux.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très intense, avec $n_p > n_m > n_g$; il est un peu variable comme couleur avec les localités.

n_g = vert gris brunâtre à brun verdâtre

n_m = bleu lavande à bleu gris

n_p = bleu foncé à bleu vert.

Composition chimique. Les arfvedsonites sont très riches en fer ferreux et en alcalis (jusqu'à 10 % de ces derniers), pauvres en fer ferrique et en alumine, ainsi qu'en chaux; elles sont à peu près dépourvues de magnésie. A la formule approximative donnée plus haut s'adjoint en plus ou moins grande quantité le composé $(Ca, Mg)^2 (Al, Fe)^4 Si^2 O^{12}$.

Essais pyrognostiques. Comme riebeckite.

Altérations. Se transforme en un mélange de cristaux d'acmite et de lépidomélane. Souvent l'arfvedsonite s'altère en donnant de la sidérite et de la limonite; aussi est-il fréquent de trouver aux affleurements la place de cette amphibole occupée par de la limonite.

Diagnostic. Parmi les amphiboles à allongement négatif, l'arfvedsonite se distingue de la riebeckite par son angle d'extinction plus grand. Elle ne peut être confondue avec la katoforite, dont l'angle d'extinction est plus grand encore.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'arfvedsonite, compagnon habituel de l'agyryne, ne se rencontre

que dans les roches éruptives très sodiques ; j'ai à la signaler dans les suivantes :

1° *Dans les syénites néphéliniques.*

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Alors que la barkévécite accompagne constamment l'augite dans les syénites néphéliniques à augite de ces îles, l'arfvedsonite se trouve fréquemment dans les types à ægyrine, notamment à Rouma ; elle y est inégalement distribuée, formant quelquefois des cristaux de plusieurs centimètres de longueur et qui sont d'ordinaire pœcilitiques par rapport aux feldspaths : elle est assez abondante dans les ségrégations lujaoritiques. Il est fréquent de la voir associée à la biotite, qui s'est développée sur ses plans *m* (110).

2° *Dans les syénites et les granites.*

Soudan. — C'est sans doute au groupe de l'arfvedsonite qu'il y a lieu de rapporter l'amphibole du granite de Zinder et de divers points du Mounio étudiés par M. Garde : cette amphibole ne peut être rapportée à la riebeckite, à cause des teintes de pléochroïsme d'un bleu trop vert et de l'angle d'extinction d'une dizaine de degrés. M. Stoyanoff a extrait cette amphibole et en a fait l'analyse suivante dans mon laboratoire : SiO_2 46,33 ; TiO_2 3,00 ; Al_2O_3 1,12 ; Fe_2O_3 13,35 ; FeO 24,48 ; CaO 4,36 ; MgO 0,78 ; Na_2O 6,16 ; H_2O 0,40 ; = 99,98. Il semble qu'elle soit intermédiaire entre l'arfvedsonite et la riebeckite.

Madagascar. — J'ai rencontré l'arfvedsonite comme élément de quelques syénites et granites alcalins d'Ampasibitika (voir à *riebeckite*) ; son angle d'extinction est de 13 à 15° ; les teintes de pléochroïsme sont les suivantes : n_g = gris bleu, n_p = bleu de mer.

Les cristaux atteignent jusqu'à 6 cm. \times 4 cm. ; ils englobent pœcilitiquement une partie des feldspaths.

RIEBECKITE ET OSANNITE (T. I, p. 693).

Propriétés optiques. Des travaux récents ont montré que la riebeckite constitue en réalité une série de types variés ; certains d'entre eux ont les propriétés optiques, qui ont été exposées page 694, alors que d'autres, que M. Hlawatsch a proposé de désigner sous le nom de

osannite (*Festschr. H. Rosenbusch*, 1906. 76), en diffèrent en ce que le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (dans les sections transversales, sa trace est parallèle à celle de h^1). La bissectrice aiguë négative, n_p , coïncide presque avec l'axe vertical; $n_p : c = 0$ (rouge), 5° (bleu). L'angle des axes est très grand : à travers g^1 , on voit les images de la bissectrice obtuse n_g , avec forte dispersion croisée.

Le pléochroïsme est le même en direction que pour la riebeckite normale : $n_g =$ vert gris noir, $n_m =$ jaune brun, $n_p =$ bleu foncé.

M. Murgoci considère que, comme pour les glaucophanes, cette position du plan des axes optiques accompagne une très grande richesse en Fe^2O^3 .

Alpes. — *Hautes-Alpes*. M. Termier a décrit des schistes quartzeux à riebeckite de la zone des schistes lustrés, dans lesquels la riebeckite est parfois radiée et associée à de l'épidote, à des octaèdres de magnétite (*B. S. M.* XXVII. 269. 1904). Ces roches provenant du pic Traversier, dans la vallée de Saint-Véran, au sud de la mine de cuivre, se rencontrent jusqu'au delà du torrent de l'Aigue-Blanche, puis à la base des pics du Longuet.

Corse. — Les roches granitiques à riebeckite de Corse, décrites page 695, ont été l'objet d'un travail pétrographique récent de M. Deprat (*B. C. G. F.* XVII. 114. 1906).

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert a rencontré à Fita (*C. R.* CXLV. 764. 1907) un petit massif de granite à riebeckite, traversé par un microgranite de même nature, au milieu d'une région de roches granitiques et gneissiques de composition normale.

Soudan. — On a vu plus haut que l'anophorite de Dirikoa se transforme sur les bords en riebeckite ; certaines des amphiboles bleues des granites et microgranites du Mounio peuvent, au moins en partie, être rapportées à cette même espèce.

Madagascar. — J'ai décrit (*Nouv. Arch. Muséum.* IV. 84. 1904. et V. 242. 1903) des granites à riebeckite et ægyrine traversant et métamorphisant les calcaires et les grès du lias d'Ambaliha et d'Ampasibitika, dans la baie d'Ampasindava. Ils constituent surtout des filons, devenant apliques sur leurs bords.

La riebeckite y constitue fréquemment des cristaux atteignant jusqu'à 4 cm.; ils sont implantés perpendiculairement aux parois et possèdent une structure pœcilitique. J'ai observé dans un granite

renfermant de la galène, de très curieuses pseudomorphoses de riebeckite en un mélange de quartz et de zircon fibreux (*op. cit.* 1902, pl. X. fig. 2 et 7).

La riebeckite se rencontre aussi dans des microgranites ; enfin, fait plus remarquable, elle se développe avec grossulaire dans des quartzites résultant de la transformation métamorphique de grès calcaires au contact des granites précédents.

3° Dans les roches volcaniques.

Plateau Central. — *Puy-de Dôme.* J'ai rencontré en petite quantité la riebeckite et l'ægryrine dans un filon de trachyte bostonitique très acide du funiculaire de la Bourboule. La riebeckite s'est en outre formée par pneumatolyse dans les fissures et sur les surfaces de glissement de la même roche.

Côte des Somalis. — J'ai eu l'occasion de décrire (*C. R.* CXXVIII. 1353.1899), de curieuses rhyolites sodiques, riches parfois en ægryrine et en riebeckite et présentant des boutonnières, à structure micropegmatique ou micropœcilitique, véritables lithophyses, dans lesquelles se rencontrent les mêmes minéraux, plus gros et mieux formés.

Ces roches abondent le long du chemin de fer de Djibouti à Harrar, notamment sur la crête, qui sépare les vallées d'Haleylé et d'Haraha Bihellé, ainsi que dans les vallées de Haraha, de Daal, de Hol-Hol, de Dahita. M. Arsandaux a retrouvé les mêmes roches, largement développées en *Abyssinie*, où elles sont accompagnées de pantellérites, de microgranites alcalins, etc.

Région du Tchad. — La riebeckite associée à une amphibole katoforitique, accompagne l'ægryrine dans la rhyolite d'Hadjer-el-Hamis au sud du Tchad.

GLAUCOPHANE ET CROSSITE (T. I, p. 699).

Propriétés optiques. J'ai fait remarquer page 700, les variations de propriétés optiques que présentent les minéraux du groupe de la glaucophane ; des travaux récents en ont mis en évidence de plus grandes encore. M. Palache a décrit en effet, sous le nom de *crossite* une glaucophane, dans laquelle le plan des axes optiques est perpendiculaire à $g^1(010)$ (et transversal à l'allongement), au lieu d'être parallèle à cette face, comme

dans les types normaux, la bissectrice aiguë reste toujours n_p . M. Murgocia montré (*Bull. geol. Univ. California*. IV. n° 15. 359. 1906) que cette orientation est réalisée dans beaucoup de glaucophanes et il a proposé de désigner toutes celles-ci sous le nom de *crossite*, cherchant en outre à montrer que cette propriété est toujours accompagnée d'une teneur élevée en Fe^2O_3 , de telle sorte que le groupe de la glaucophane s'étendrait depuis des types ne renfermant que de l'alumine comme sesquioxide (*gastaldite* à plan des axes optiques dans g^1 , angle d'extinction de 0° à 6° , $2V = 40^\circ$ à 60°) jusqu'au type très foncé, très ferrique (*crossite*) (angle d'extinction allant jusqu'à 30° , $2V$ très grand, atteignant 90°), en passant par des types à la fois alumineux et ferriques, qui constituent la majeure partie des glaucophanes anciennement connues et qui, pour une composition déterminée, peuvent être sensiblement uniaxes avec une extinction d'environ 10° . Je noterai en passant que, dès 1883, M. Michel-Lévy avait signalé dans la glaucophane d'un bloc erratique de Versoix, près Genève, une glaucophane à plan des axes optiques transversal (in Barrois, *Ann. soc. géol. Nord*. II. 50. 1883). M. Wallerant a mesuré les indices de réfraction suivants de la glaucophane de l'île de Groix.

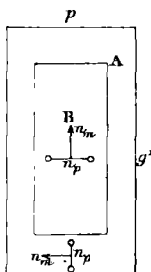


Fig. 1.
Association de glaucophane (A) et de crossite (B). Oulx. Lame perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_p .

Alpes. — [*Piémont*]. J'ai repris l'étude des glaucophanes décrites dans le tome I, et j'ai constaté que celle des calcaires d'Oulx, étudiée page 704, est particulièrement intéressante à ce point de vue ; en lames minces, elle est zonée ou faculée ; les parties périphériques de couleur claire ont le plan des axes optiques parallèle à g^1 (fig. 1. A), les parties centrales d'un bleu foncé ont le plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (*crossite*) (fig. 1. B) ; l'écartement des axes est faible.

Hautes-Alpes. M. Termier a décrit (*B. S. M.* XXVII. 268. 1904) des schistes à glaucophane et lawsonite de Saint-Vérant, provenant de la déformation d'un gabbro.

Corse et Nouvelle-Calédonie. — Les glaucophanes des gisements signalés tome I ont toutes le plan des axes parallèle à g^1 , mais quelques types très colorés sont sensiblement uniaxes.

$$\begin{aligned} n_g &= 1,639 \text{ (Na)} \\ n_m &= 1,638 \\ n_p &= 1,621 \\ n_g - n_p &= 0,018 \end{aligned}$$

GROUPE DE L'ÆNIGMATITE (T. I, p. 708).

M. Scellner a proposé récemment (*N. J. Beil. Bd. XXIV. 475. 1907*) de considérer comme distinct des amphiboles un groupe de l'ænigmatite, composé de deux minéraux ou plus exactement de deux séries de minéraux ; la première comprend l'*ænigmatite* et la *cosyrite*, telles qu'elles ont été décrites tome I, p. 708. Ce sont des types très riches en alcalis : ils sont caractéristiques des roches alcalines pauvres en chaux et en magnésie.

La seconde série est formée par la *rhönite*, type nouveau peu alcalin, moins ferrifère, mais très riche en sesquioxydes, en chaux et en magnésie ; elle est caractéristique des roches néphéliniques ou leucitiques basiques, et même de certains basaltes.

ÆNIGMATITE

Plateau Central. — *Haute-Loire et Cantal.* L'ænigmatite est assez fréquente dans les phonolites néphéliniques de ces centres volcaniques, sous forme de plages xénomorphes pœcilitiques brun châtaigne.

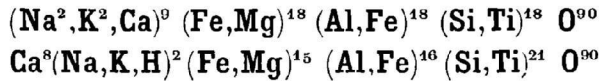
Soudan. — C'est également sous la même forme que l'ænigmatite abonde dans le microgranite à ægyrine du Mounio, notamment de Gouré.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'ænigmatite accompagne l'ægyrine dans les syénites néphéliniques du nord de l'île de Kassa.

Madagascar. — J'ai observé l'ænigmatite comme un élément essentiel d'une syénite à ægyrine du massif d'Ambohitrosy dans l'Am-bongo (*G. R. CXXX. 1208. 1900*) et je l'ai trouvée aussi dans une syénite néphélinique à ægyrine du massif du Bezavona. Elle y forme de grands cristaux, d'un brun foncé, en lames minces.

Le même minéral abonde sous forme pœcilitique dans les phonolites néphéliniques du nord-ouest de l'île (*Nouv. Arch. Muséum. IV. 185. 1902*).

RHÖNITE



Triclinique. Isomorphe avec l'ænigmatite.

Macles. Macle polysynthétique suivant g^1 (010).

Clivages. Comme ænigmatite.

Densité. 3,56 à 3,58.

Coloration, éclat et pléochroïsme. Comme ænigmatite.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques voisin de g^1 . Bissectrice aiguë positive (n_g). Dans les sections perpendiculaires à c , extinction d'environ 7° par rapport à la trace de g^1 . Dans g^1 , extinction de 39° par rapport à c , dans l'angle aigu ph^1 . Dans la section de la zone verticale perpendiculaire à g^1 , extinction d'environ 11° .

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* C'est à la rhönite qu'il y



Fig. 1.

Lame mince de la néphéline doléritique de Barneire, montrant quatre cristaux de rhönite taillés normalement à l'axe vertical. (Lumière naturelle; grossissement de 33 diamètres.)

a lieu de rapporter le minéral de Barneire (Saint-Sandoux), que j'ai décrit page 710 sous le nom d'ænigmatite. J'en ai trouvé (*B. S. M.* XXXII. 330. 1909) des cristaux mesurant jusqu'à 4 cm. de longueur sur 2 cm. de largeur et une épaisseur moindre; ils sont très aplatis

suivant $g^4(010)$ et très allongés suivant l'axe vertical ; ils sont limités par les formes m , t et g^4 (fig. 1) ; ils présentent fréquemment une macle polysynthétique suivant g^4 . L'angle d'extinction dans les sections perpendiculaires à l'axe vertical est de 6 à 7° par rapport à g^4 . J'ai rencontré parfois des teintes de pléochroïsme un peu différentes de celles

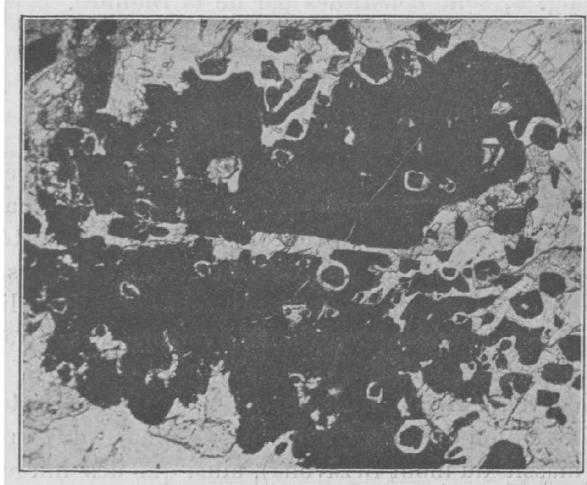


Fig. 2.

Plage de rhönite en voie de résorption en magnétite ; même roche et même grossissement que pour la figure 1.

que j'ai données antérieurement : n_g = brun rouge à noir opaque n_m = brun jaune, n_p = brun, avec une teinte verdâtre.

Ces grands cristaux présentent souvent des phénomènes de résorption comparables à ceux de la hornblende. Ils se transforment sur les bords en titanomagnétite ou sont creusés de cavités circulaires au milieu desquelles (fig. 2) se voit un cristal de magnétite.

J'ai publié l'analyse suivante de ce minéral due à M. Pisani :

SiO₂ 30,90 ; TiO₂ 8,04 ; Al₂O₃ 17,65 ; Fe²⁺O 6,80 ; FeO 15,20 ; MgO 9,08 ; CaO 12,20 ; Na₂O 0,76 ; K₂O 0,61 ; H₂O 0,20 = 100,64.

Cette analyse conduit à la formule $(Na, K, H)^2 Ca^8 (Fe, Mg)^{15} (Al, Fe)^{16} (Si, Ti)^{24} O^{90}$, un peu différente de celle de la rhönite de Platz [*Rhön*] décrite par M. Söllner : $(Na^2, K^2, Ca)^9 (Fe, Mg)^{18} (Al, Fe)^{18} (Si, Ti)^{18} O^{90}$.

C'est à la rhönite qu'il faut rapporter les lames d'un brun foncé, qui se trouvent fréquemment parmi les produits de la recristallisation après fusion de la hornblende, réalisée dans les basaltes et notamment dans les nodules amphiboliques englobés par les roches volcaniques (voir tome II, p. 669, les cristallites ferrugineux indiqués sur l'explication de la fig. 2, sont constitués par de la rhönite).

LEUCITE (T. II, p. 3).

Madagascar. — L'exploration de Nosy bé n'a pas permis à M. Villiaume de trouver le gisement de leucite, que j'ai signalé page 6 (d'après M. Vélain), mais par contre, cet officier m'a rapporté une série de roches montrant qu'il existe dans cette île des leucitites à olivine, à facies basaltique, associées à des téphrites et à des néphélinites. Les mêmes roches existent aussi sur la côte voisine de la Grande-Ile, à Ambato, au nord-est d'Ankify.

J'ai signalé (*Nouv. Arch. Museum.* V. 206. 1903) l'existence d'une leucophonolite en filon dans les syénites néphéliniques du torrent d'Ampiambisany (massif du mont Bezavona), ainsi que des microsyérites à pseudoleucite. La syénite néphélinique à barkévite de Nosy komba renferme des enclaves essexitiques à pseudoleucite. Comme dans la plupart des gisements connus, ces pseudoleucites sont des pseudomorphoses de leucite en un mélange de néphéline et d'orthose ou d'anorthose.

Tahiti. — J'ai rencontré la leucite comme élément essentiel d'un des haüynophyres de Vairao (*B. S. G.* X. 113. 1910).

BÉRYL (T. 2, page 8).

Bretagne. — *Finistère.* De gros cristaux (20 cm. \times 6,8) de béryl se trouvent dans la pegmatite de Plouvez-Lochrist dans le canton de Plouescat (Kerforne, *Bul. Soc. sc. méd. Rennes.* XII. 605. 1903).

Loire-Inférieure. Le gisement d'Orvault, décrit page 15, a fourni de jolies pierres incolores et transparentes, susceptibles d'être taillées comme gemmes.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsандаux a signalé (*B. S. M.* XXIV. 429. 1901) des cristaux pierreux de béryl de 6 cm. dans la pegmatite à tourmaline noire de Castelnau-de-Brassac.

Haute-Vienne. En outre des variétés incolores et bleuâtres transparentes de béryl, décrites page 18, j'ai observé quelques très beaux cristaux, les uns incolores, les autres d'un jaune clair ou d'un jaune d'or très chaud (*béryl d'or*), permettant d'obtenir des pierres taillées de plusieurs grammes qui possèdent une très grande limpidité. Ils proviennent notamment de la Bachelerie en Compreignac, de diverses carrières de Saint-Sylvestre, aux Huréaux en particulier, et de la carrière du Pécout près du pont de Barost. J'ai vu un gros cristal opaque, à faces ternes, provenant de ce dernier gisement, dont la base est couverte par un glaçage transparent, à faces brillantes, de béryl néogène.

A citer encore comme gisements de béryl pierreux, parfois translucide, la carrière de l'étang de Gouillé près Razès et les pegmatites à lépidolite de Chabanne et du Coudier à Larmont en Saint-Sylvestre. Dans la carrière de Chedeville en La Chèze, le contact de la roche à lépidolite et du granite à deux micas se fait localement par une zone de quartz et de béryl blanc ou bleuâtre, dans laquelle les cristaux de ce dernier minéral sont parfois implantés perpendiculairement sur le granite.

Indre. Des cristaux lithoïdes de béryl se trouvent dans la pegmatite entre Cuzion et Châteaubrun.

Puy-de-Dôme et Saône-et-Loire. M. Barbier a publié (*B. S. M.* XXXIII. 76. 1910), les analyses suivantes du béryl: *a* de Biauchaud (*Puy-de-Dôme*), et *b* de Montjeu (*Saône-et-Loire*).

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	ClO	H ₂ O	
<i>a</i>	65,87	19,61	12,41	2,12	= 100,01
<i>b</i>	65,83	19,27	13,22	1,57	= 99,89

Rhône. A signaler des cristaux de béryl blanc jaunâtre, rencontrés avec almandin, tourmaline et muscovite, au cours du percement du tunnel de Marand près Lozanne.

Madagascar. — Le béryl est très fréquent dans les pegmatites à grands éléments, où il se présente en cristaux, aux dimensions parfois colossales. Engagés dans les feldspaths et plus souvent dans le quartz, ils sont, d'ordinaire, fendillés en totalité ou en partie, opaques, et plus ou moins kaolinisés, mais ils renferment souvent des portions

intactes, homogènes, qui sont utilisées comme pierres précieuses de prix, à cause de leur limpidité et de leur belle couleur; parfois, ces gemmes sont givrées par suite de l'existence de nombreuses inclusions liquides à bulle.

Aux affleurements kaolinisés des filons, le béryl est souvent extrait en fragments anguleux; les cristaux nets sont généralement ceux qui sont englobés dans le quartz. Il y a lieu de distinguer deux types.

Béryl aigue-marine. Le béryl incolore, vert ou bleu (*aigue-marine*), ainsi que des variétés opaques, jaunes ou verdâtres, accompagnent la muscovite (parfois palmée), la biotite, la tourmaline noire et plus rarement les tourmalines polychromes dans des pegmatites souvent très quartzieuses d'un grand nombre de régions du massif central; dans les gisements, où il existe à la fois des cipolins, des quartzites et des micaschistes, le béryl paraît être surtout abondant dans les filons traversant ces deux dernières roches.

Les formes sont généralement réduites au prisme hexagonal $m(10\bar{1}0)$ basé, avec quelquefois (sources de la Sahatoarendrika), $h^1(11\bar{2}0)$ très réduit; j'ai observé cependant la combinaison $p(0001)$, $m(10\bar{1}0)$, $h^1(10\bar{1}1)$ sur un beau cristal bleu translucide, engagé dans le quartz d'un filon de Maharitra.

Voici les principaux gisements, indiqués en partie déjà par M. Dabren, par MM. Duparc, Wunder et Sabot ou par moi-même; ce sont ceux qui fournissent ou ont fourni des pierres taillables; je les énumère dans le même ordre que celui qui a été suivi pour la tourmaline.

District de Vakinankaratra. — Un grand nombre de ces gisements peuvent être groupés autour d'Antsirabé. A l'est: région du Vontovovona, du Iankiana, du Mont Vohibé.

A l'ouest d'Antsirabé, sur la route de Betafo, il faut citer Ambohimarina et Antanibé (béryl bleu pâle), la région d'Antanamalaza et divers gisements au sud-ouest du lac Andranobé (béryl vert et bleu verdâtre dans quartz rose), puis près d'Analalava, le plateau d'Am-patsakana (énormes cristaux kaolinisés avec tourmaline noire et muscovite).

Au sud-ouest d'Antsirabé et de Betafo, se trouvent de nombreux gisements: Ambohimanana, Mont Maropapango et non loin de là, le mont Vohitromby, Tongafeno, le Mont Ialamalaza, etc.

Le gisement le plus remarquable de cette région est celui de Tongafeno. La pegmatite à énormes éléments, riche en quartz rose, traverse

une norite, elle-même intrusive dans les micaschistes ; le béryl se rencontre en cristaux de plusieurs kilogrammes, dont sont extraites de jolies pierres, les unes d'un vert jaunâtre ou bleuâtre, les autres d'un bleu magnifique¹, légèrement teinté de noir, qui est très spécial à certains béryls malgaches. Ce sont ces filons, qui ont fourni le béryl et la tourmaline représentés par la fig. 15 de la page 728.

J'ai décrit plus haut, page 673, la remarquable pegmatite du petit Ambohimanjaka du Sud, au Nord-Est de Bétafo, qui renferme, comme élément normal, un béryl d'un bleu de Prusse, associé à de la rubellite.

Au Sud d'Antsirabé, et près de Mandrarivo, se trouvent plusieurs gisements intéressants : Tetehina (cristaux d'un bleu vert pâle avec tourmaline noire), Ambatolampy (énormes cristaux bleu de ciel atteignant 0 m. 60) et surtout Antaboka (béryl vert asperge ou du même bleu que celui de Tongafeno, avec amazonite, tourmalines noires ou violacées). Ce gisement a fourni aussi des cristaux d'un vert de mer, présentant des portions d'un rose pâle.

Plus au sud, certains des filons de Maharitra renferment de beaux cristaux bleus, verts ou incolores, ainsi que du béryl pierreux.

De nombreux gisements se trouvent sur le versant sud-est du mont Bity : à citer Sahanivotry (dans pegmatite très kaolinisée, avec quartz rose et tourmaline) et les gisements voisins de Sakalina et de Marorano ; le Mont Vorondolo (énormes cristaux pierreux jaunes et verdâtres) ; les sources de la rivière Sahatoarendrika (cristaux bleuâtres *pmh*¹), Ambatoharanana, Amboary (vert bleuâtre) et aussi Lapatarendrika (bleu clair, vert pâle, pierreux).

District d'Ambositra. — Très gros cristaux verts ou bleus entre Ambatolampy et Ambositra ; très belles pierres vert d'eau ou d'un bleu clair de grande taille à Ifempina ; à l'ouest d'Ambositra, le Mont Ambero à 1 km. d'Ambatojirika (cristaux translucides de couleur variable d'un point à un autre, améthystes, verts ou blancs, avec petites tourmalines bleues).

District de Fianarantsoa. — Dans le nord-ouest : Ikalamavony, Anadabomaro sur la rive gauche de la Matsiatra ; Mahasetsa à l'ouest d'Ikalamavony (béryl bleu et vert dans quartz rose) et les rives de la Manambovona (béryl bleu) ; au sud-ouest, le Mont d'Ambatomanga à 23 km. ouest d'Ambalavao.

1. Ce béryl, comme beaucoup de ceux de Madagascar, est très pléochroïque : n_g = bleuâtre pâle ; n_p bleu foncé.

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont mesuré sur l'aigue-marine les constantes suivantes (n_a), dont les valeurs sont extraites du second des mémoires cités à l'article tourmaline et qui rectifient celles données dans leur mémoire antérieur.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E	Densité
Tetehina	1,5818	1,5756	0,0062	9°44'	2,712
Ambatolampy	1,5834	1,5774	0,0060	10°12'	2,719
Tongafeno (vert)	1,5834	1,5778	0,0056	} 8°42' }	} 2,738
— (bleu)	1,5856	1,5791	0,0065		
Antaboka	1,5809	1,5831	0,0068	5°23'	2,748

Béryl rose. — En décrivant sous le nom de béryl riche en alcalis les premiers béryls roses (rose fleur de pêcher à rose saumon) trouvés en place à Madagascar (à Maharitra), j'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 236. 1908 et XXXIII. 44. 1910) qu'il existe deux types, de caractères extérieurs identiques, dont l'un possède une densité et des indices de réfraction très voisins de ceux du béryl normal, alors que l'autre est plus dense et plus réfringent. Des essais qualitatifs m'ayant permis de constater que ce dernier est riche en métaux alcalins et notamment en césium, j'ai rapproché ce fait de l'existence aux États-Unis de béryls contenant du césium et possédant une densité élevée et j'ai émis l'hypothèse que les propriétés spéciales des béryls de Maharitra sont fonction de l'existence des métaux alcalins et en particulier du césium. Cette hypothèse vient d'être confirmée par M. Ford (*Amer. J.* XXX. 129. 1910) à l'aide de la mesure des indices de réfraction de ces béryls américains et en outre de l'analyse d'un béryl de Madagascar. Cette démonstration de l'influence sur les caractères physiques du remplacement de la glucine à poids atomique faible (25,17) et par suite à énergie réfractive minime, par des alcalis à poids atomique élevé (Li^2O 30,06, Na^2O 62,10, K^2O 94,30, Cs^2O 280,76) peut être faite à l'aide des seuls béryls roses de Madagascar et elle permet en outre de montrer qu'en réalité dans cette région, il n'existe pas deux types distincts de béryl, mais une série continue, dont les termes sont de plus en plus riches en métaux alcalins et particulièrement en césium et en lithium, en même temps que croissent leur densité¹ et leur réfringence. Voici une série de données numériques concernant ces béryls qui proviennent :

1. Dans un lot de fragments, provenant de Vohidahy, les prises de densité ont fourni un grand nombre de valeurs s'échelonnant entre 2,720 et 2,784.

a de Tsilaizina (Duparc, Wunder et Sabot, *op. cit.*, 371) ¹.

b Vohidahy (A. Lacroix et Rengade).

c de Madagascar, sans précision de gisement (Ford, *op. cit.*).

d de Mahariitra (A. Lacroix et Rengade).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
SiO ₂	64,76	62,70	62,79	60,39
Al ₂ O ₃	18,14	{ 30,20	17,73	{ 29,05
GlO	13,76		11,43	
FeO	»	1,04	»	0,26
MnO	0,003	tr.	»	tr.
CaO	»	»	»	0,34
Cs ₂ O	»	1,43	1,70	4,56
K ₂ O	0,04	»	»	»
Na ₂ O	0,73	1,03	1,60	0,24
Li ₂ O	0,15	0,83	1,68	2,00
P. f.	2,24	1,74	2,65	1,65
	<u>99,82</u>	<u>99,04</u>	<u>99,58</u>	<u>98,49</u>
Alcalis =	0,92	3,29	4,98	6,80
Densité =	2,716	2,75	2,79	2,81
<i>n_g</i> =	1,5822	1,5860	1,59500	1,5996
<i>n_p</i> =	1,5760	1,7795	[1,58691 env.]	1,5811
<i>n_g</i> - <i>n_p</i> =	0,0062	0,0065	[0,00809 env.]	0,0085

Les indices sont donnés pour la lumière du sodium.

Voici en outre quelques constantes concernant *a* le béryl d'Anjanabonoina et des échantillons de Mahariitra, qui n'ont pas été analysés : *b* (Lx), *c* (Duparc, Wunder et Sabot).

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>n_g</i> =	1,5957	1,5977	1,6002
<i>n_p</i> =	1,5875	1,5894	1,5921
<i>n_g</i> - <i>n_p</i> =	0,0082	0,0083	0,0081
Densité =	2,805	2,80	2,88

La plupart des gisements de béryls roses se trouvent à l'ouest et au sud-ouest du mont Bity, dans les filons de tourmalines polychromes.

Ceux de Mahariitra ont fourni les plus beaux cristaux au point de vue de la forme ; ils peuvent dépasser 20 cm. de plus grande dimension, tout

1. Le béryl rose décrit tome II, page 9, possède des propriétés presque identiques à celui de Tsilaizina et vient probablement de la même région : la localité de Farafatrana (côte orientale), indiquée alors, doit être celle du port d'où le minéral a été envoyé en France.

en restant parfois transparents ou tout au moins translucides dans la plus grande partie de leur masse. Les cristaux de densité voisine de 2,75 sont parfois fissurés et seulement transparents par place ; j'en ai observé de blanc laiteux en partie opaques, avec taches d'un rouge carmin ; ils constituent un élément ancien de la pegmatite. Les cristaux du type dense sont plus rares ; leur couleur est généralement d'un rose vineux ou d'un rose orangé (par oxydation?) ; leurs faces ou certaines de leurs faces sont planes et brillantes ; de profondes figures de corrosion s'observent parfois sur la base, elles ont la forme de pyramides hexagonales (fig. 1), dont les côtés sont parallèles à la direction des arêtes



Fig. 1.

Figures de corrosion sur la face a^1 (0001) du béryl (*vorohejite*) de Mahariitra.

pb^1 , elles portent aussi de profondes cannelures, se coupant et dessinant ainsi de grands triangles équilatéraux, dont les côtés sont respectivement parallèles à trois des arêtes de la face hexagonale (fig. 2) ; leur existence semble indiquer une symétrie ternaire. Ces cristaux denses paraissent être drusiques et par suite de formation postérieure aux cristaux plus légers ; ils supportent parfois des buissons d'aiguilles de tourmaline rose très pâle de seconde génération.

A Vohidahy au sud de Mahariitra et à Tsilaizina, près des gorges de la Manandona, les cristaux nets sont extrêmement rares et le béryl rose appartenant au type le plus léger est extrait de la gangue kaolinisée sous forme de fragments plus ou moins fissurés. Quelques cristaux (type dense) ont été trouvés à Antandrokomby et le Muséum en possède un entier engagé dans la pegmatite.

En dehors de cette région, le beryl rose a été trouvé en très beaux et très gros échantillons transparents, ou translucides, d'un rose fleur de pêche particulièrement joli à Anjanabonoina, dans le massif du Mont Olotsingy (sud de Betafo), avec rubellite, hambergite, danburite ; je dois à M. Buhan la connaissance des minéraux de ce gisement. Enfin, M. Duparc a décrit une pierre taillée, extraite d'un échantillon provenant de Tsaravovona près Mandrarivo.

La forme des béryls roses est en général très différente de celle des béryls aigue-marine. En effet, je n'ai vu que cinq cristaux se présentant sous forme de prismes hexagonaux et encore ceux-ci sont-ils, non pas allongés, mais plus ou moins raccourcis suivant l'axe vertical. Trois proviennent d'Antandro-

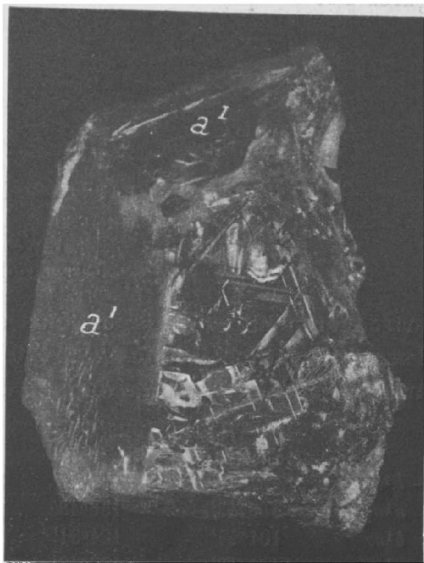


Fig. 2
Cristal de beryl (*corobejvite*) de Mahariitra, montrant des stries triangulaires sur a^1 . (Photographie un peu réduite.)

kombby (type dense), le quatrième de Tsilaizina ($p m a^1$, voir figure 13, page 18 du tome II); ce dernier, plus allongé que les précédents, correspond à l'analyse a (type le plus léger). Enfin le dernier a été recueilli à Anjanabonoina, il établit un passage à ceux qui vont être décrits plus loin, car le prisme est, non plus m , mais $h^1(11\bar{2}0)$ et la pyramide dominante $a^1(11\bar{2}1)$; elle est accompagnée de $a^{4/3}(33\bar{6}4)$, ne formant que de petites facettes (fig. 3).

Tous les cristaux de Mahariitra, quelle que soit leur densité, sont aplatis suivant $p(0001)$; ceux que j'ai examinés portent en outre $a^1(11\bar{2}1)$

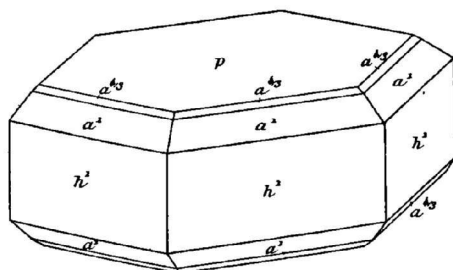


Fig. 3.
Beryl d'Anjanabonoina.

comme pyramide dominante, avec parfois $a^{1/3}$ ($33\bar{6}4$) (à faces généralement ternes), a_3 ($31\bar{4}1$), m ($10\bar{1}0$) et plus rarement h^1 ($11\bar{2}0$). Les figures 4 et 5 représentent les deux principales combinaisons ; c'est

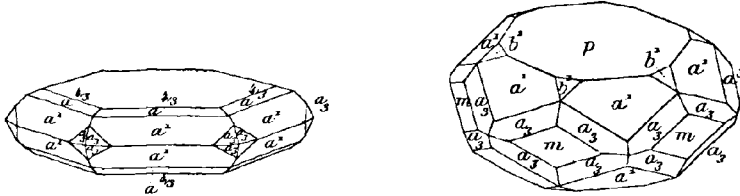


Fig. 4 et 5.
Béryl (*vorobejvite*) de Maharitra.

particulièrement sur les cristaux du type de la figure 4 que j'ai observé de petites facettes h^1 ($11\bar{2}0$). J'ai mesuré les angles suivants sur un cristal très limpide du type dense, mesurant environ 3 cm.

	Angles			Angles		
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.	
b^1a^1	$156^{\circ}44'$	$156^{\circ}43'$	[	pa^1	$135^{\circ}4'$	$135^{\circ}5'$
a^1a_3	$156^{\circ}43'$	$156^{\circ}48'$		$pa^{1/3}$	$143^{\circ}42'$	143°
b^1m	$104^{\circ}27'$	$104^{\circ}31'$		pb^1	$150^{\circ}3'$	$149^{\circ}58'$
a^1m	$127^{\circ}43'$	$127^{\circ}48'$		a_3a_3	$155^{\circ}0'$	155°
a_1m	$154^{\circ}0'$	$154^{\circ}0'$				
a^1a^1 s. m	$75^{\circ}26'$	$75^{\circ}18'$				
a_3a_3 s. m	$122^{\circ}0'$	$121^{\circ}51'$				
a^1a^1	$90^{\circ}8'$	$90^{\circ}5'$				

Cette forme la plus habituelle des cristaux de Maharitra rappelle celle du béryl riche en césium de l'Oural, auquel M. Vernadsky a donné récemment le nom de *vorobejvite* (*worobéwite*) (*Trav. Mus. géol. Pierre-le-Grand Acad. Saint-Petersbourg*. II. 1908); il serait commode de le conserver pour désigner le terme le plus riche en césium de la série qui nous occupe.

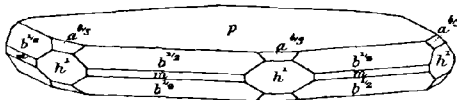


Fig. 6.
Béryl de Maharitra.

Je noterai pour terminer, que MM. Duparc, Wunder et Sabot ont décrit de Maharitra un cristal présentant un facies différent du précédent (fig. 6) et que je n'ai pas observé moi-même, $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$) en est la pyramide prédominante.

Quelques-uns des cristaux de béryl dense que j'ai observés ne pré-

sentent que deux ou trois faces nettes ; ils sont profondément corrodés, à la façon des échantillons de pollux de l'île d'Elbe, sans figures de corrosion ; leurs cavités sont remplies par du kaolin.

Le cristal représenté par la figure 4 mesure 8 cm. de plus grande dimension ; celui de la figure 5 n'a que trois centimètres, mais il est parfaitement limpide.

Les béryls roses de Madagascar constituent une fort belle gemme, qui me paraît n'avoir jusqu'à présent d'équivalent dans aucun autre pays ; au point de vue de la détermination pratique des pierres précieuses, il est nécessaire de tenir compte des valeurs élevées de la réfringence et de la densité indiquées plus haut, qui pourraient dérouter les minéralogistes, habitués à voir le béryl figurer sur les tables de détermination des gemmes avec des constantes beaucoup plus faibles.

GROUPE DES FELDSPATHS

ORTHOSE ET ANORTHOSE (T. II, p. 64 et 114).

Composition chimique. M. Barbier a donné (*B. S. M.* XXXIII. 81. 1910) les analyses suivantes d'orthoses : *a*) Villeneuve près Saulieu et *b*) Chausseroze près Vic-sur-Theil (*Côte-d'Or*) ; *c*) Limonest et *d*) Francheville-le-Haut ; *e*) Montaudou (enclaves dans basalte), *f*) Irigny, *g*) Beaunan, *h*) Gournay par Authezat-la-Sauvetat (*P.-de-D.*), *i*) Francheville-le-Bas (*Rhône*).

	SiO ²	Al ² O ³	CaO	K ² O	Na ² O	P. f.	
<i>a</i>	65,87	19,38	0,38	12,89	1,26	»	= 99,78
<i>b</i>	66,94	18,52	0,51	5,26	8,16	0,39	= 99,78
<i>c</i>	65,46	19,09	0,62	11,69	2,58	0,45	= 99,89
<i>d</i>	64,74	19,58	0,77	12,13	2,08	0,62	= 99,92
<i>e</i>	{ 66,42	19,63	»	8,95	4,20	0,73	= 99,93
	{ 66,31	20,41	0,83	8,72	3,71	»	= 99,98
<i>f</i>	69,09	19,02	0,46	5,36	7,81	»	= 99,74
<i>g</i>	69,10	19,09	0,54	4,31	8,71	»	= 99,75
<i>h</i>	69,92	19,15	0,48	3,75	9,67	»	= 99,97
<i>i</i>	67,11	19,13	0,39	3,61	9,62	»	= 99,86

Le même auteur, à la suite de l'examen comparatif d'un grand nombre d'orthoses et de microclines (*B. S. M.* XXXI. 160. 1908), a trouvé que, dans les échantillons étudiés par lui, l'orthose renferme d'une façon constante de traces de lithium et parfois de rubidium,

décelables au spectroscope, alors que le microcline n'en contiendrait pas ; il voit là un procédé de distinction des deux minéraux. Peut-être l'explication de cette différence devrait-elle plutôt être cherchée dans la composition du magma d'où proviennent ces roches. C'est ainsi que dans les pegmatites à tourmaline polychrome de Madagascar tous les silicates, y compris le microcline, qui en est le feldspath dominant, sont lithinifères.

Le lithium seul a été trouvé dans l'orthose de Four-la-Brouque et de Royat (*Puy-de-Dôme*), de Clis (*Loire-Inférieure*) ; le rubidium seul dans celui d'Authezat-la-Sauvetat, de Montaudou (*Puy-de-Dôme*), d'Irigny (*Rhône*) ; le lithium et le rubidium dans celui de Francheville, de Saulieu et de Chausseroze (*Côte-d'Or*), de Saint-Clair près Nantes.

Enfin, MM. Barbier et Prost ont déduit des analyses citées plus haut (*Bull. Soc. Chim. France. II. 894. 1908*) l'opinion qu'il doit exister une orthose uniquement sodique, monoclinique. M. Schaller vient de proposer (*Amer. J. of. sc. XXX. 358. 1910*) de l'appeler *barbiérite*.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les petits cristaux noirs d'orthose des calcaires de la vallée d'Heas, que j'ai cités page 105, sans indication de conditions de gisement, sont dus à l'action métamorphisante du granite ; j'en ai trouvé d'identiques au voisinage de la Piquette déras lids.

Plateau Central. — *Charente*. Les fentes du granite des environs d'Esse renferment de jolis cristaux de quartz enfumé et d'orthose. Les cristaux simples ont la forme de l'adulaire : mpa^1 et g^1 réduit ; la macle de Baveno est fréquente (Pierres fromagères, La Quayre à Esse, Château-Guyon). Les cristaux présentent parfois h^1 (pont de Reims à Brillac).

Haute-Vienne. Des cristaux de 3 à 4 cm. se trouvent dans les microgranites des cristaux de Limoges : Feytral, Crochat, Pouzel, etc.

Aveyron. Les champs situés au-dessous de la Barre en Montagnol renferment des cristaux d'orthose provenant d'un microgranite et offrant une grande ressemblance avec ceux du moulin de Croux (*Saône-et-Loire*).

Puy-de-Dôme. Aux gisements signalés page 100, dans le massif du Mont-Dore, je joindrai encore un dyke de trachyte à grands cristaux situé au Puy Gros du Sancy, d'où il est possible d'extraire de beaux cristaux isolés ou adhérents à une gangue non ponceuse ; à citer aussi

les couches de cendres trachytiques des hautes parties des ravins du Niveau Grand.

Dans plusieurs notes récentes, M. Gonnard (*B. S. M.* XXXI. 276 et 296 1908 et XXXII 11.1909) et M. Vigier (*B. S. M.* XXXII. 155. 1909 et *Bull. Stat. Limn. Besse*, I. 279. 1909) ont publié la description d'un grand nombre d'associations régulières des cristaux d'orthose du microgranite de Four-la-Brouque (les Moedas).

Elles se rapportent à deux catégories: 1° groupements plus ou moins compliqués des diverses macles (Carlsbad, Baveno, Four-la-Brouque, etc. connues dans ce gisement) entre elles ou avec des cristaux simples, groupements du genre de ceux décrits tome II. D'après ces auteurs, il n'y a pas de symétrie dans leur ensemble.

2° Groupement symétrique de deux cristaux, par rapport à des plans de symboles simples, connus dans l'espèce ($m, g^2, a^{1/2}$) ou plus souvent suivant des plans compliqués ne correspondant pas à des formes connues, tels que $o^{3/2}$ (203), $o^{4/15}$ (15.0.4), $a^{8/15}$ (15.0.8), $a^{11/7}$ (7.0.11), $e^{2/9}$ (092), $g^{11/7}$ (290), etc. Si l'on tient compte de ce que ces groupements, généralement observés une seule fois, n'ont fait l'objet que de mesures approximatives au goniomètre d'application, peut-être est-il nécessaire de faire quelques réserves sur leur véritable signification.

Corse. M. Deprat a signalé (*C. R.* CXXXIII. 755.1906) à Partinello, sur le chemin muletier du col de Melza, dans un microgranite altéré, de gros cristaux d'orthose, appartenant aux deux types communs, avec de grandes macles de Carlsbad et de petites macles de Manebach et de Baveno.

Le même auteur a rencontré dans le granite porphyroïde de la pointe de Cargèse (*B. S. M.* XXXI. 271, 1908) des cristaux d'orthose ($p g^4 m a^{1/2}$) toujours maclés suivant la loi de Carlsbad, et atteignant 14 cm. \times 7. Ils ne peuvent être isolés de leur gangue.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Tandis que les feldspahs des syénites néphéliniques à aëgyrine de l'île de Rouma sont constitués par des micropertchites de microcline et d'albite, les syénites néphéliniques à barkévite et augite, qui forment le type dominant dans les îles de Foutabar et de Kassa, contiennent soit de l'orthose sodique, soit de l'anorthose dépourvue de macles. Dans les pegmatites à très grands éléments, qui abondent, notamment près du village de Kassa

et au phare de la pointe Topsail (île de Foutabar), les feldspaths, aplatis suivant g^1 et atteignant plusieurs centimètres, sont translucides et chatoyants dans les teintes bleues, comme la *cryptoperthite* de Laurvig, quand ils sont frais ; par altération, ils deviennent d'un blanc laiteux et l'on peut constater alors par l'examen microscopique, qu'ils sont troubles en lames minces et plus ou moins complètement transformés en albite.

Madagascar. — A Nosy komba et dans les gisements de la baie d'Ampanindava, c'est aussi l'orthose ou l'anorthose, qui constituent les feldspaths des syénites néphéliniques à barkévicité et les feldspaths alcalins des monzonites néphéliniques (voir à *néphéline*). Il en est de même pour des roches similaires de *Tahiti*.

J'ai décrit (*B. S. M.* XXXI. 318. 1908) une curieuse syénite à pyroxène provenant de 4 km. sud-ouest de Sabotsy, à l'ouest de Fianarantsoa. Dans une pâte grenue de microcline rose, veiné d'albite, et de diopside (un peu ouralitisé), avec une petite quantité de biotite, de titanomagnétite et de sphène, se remarquent des cristaux d'orthose, aplatis suivant g^1 , orientés dans une même direction et atteignant 4 cm. de plus grande dimension ; ils sont maclés suivant la loi de Carlsbad et doivent leur couleur violacée à d'innombrables punctuations de magnétite, distribuées uniformément, sans orientation géométrique. Ça et là, la production de fines veinules d'albite secondaire a entraîné la disparition de ces inclusions. La collection Baron renferme une roche identique indiquée comme provenant d'Antoby à l'Ouest du Mont Vavavato.

Comores. — Les sables basaltiques d'Anjouan renferment des fragments transparents d'anorthose (densité 2,60) associés à de l'andésine, du zircon, de l'augite, etc.

ISORTHOSE

Sous ce nom, M. Duparc a décrit (*C. R.* CXXXVIII. 714. 1904) une orthose d'un microgranite de l'Oural, présentant comme caractère distinctif d'avoir sa bissectrice aiguë *positive* (perpendiculaire à g^1). J'ai rencontré ce feldspath, sous forme de très grands microlites, dans l'haüynophyre leucitique de Vairao (*Tahiti*) ; il englobe pœcilitiquement des microlites filiformes d'augite.

MICROCLINE (T. II, p. 118).

Composition chimique. M. Barbier a constaté par l'étude spectroscopique (*B. S. M.* XXXI. 164. 1908) l'absence du lithium et du rubidium dans le microcline des localités suivantes (voir plus haut) : Auzon, Mesvres (*Saône-et-Loire*) ; la Vilate (*Haute-Vienne*) ; Roguédas (*Morbihan*) ; Couéron, le Pouliguen, Saint-Viaud (*Loire-Inférieure*) ; Brignais (*Rhône*).

Plateau Central. — *Loire.* M. Gonnard a signalé (*B. S. M.* XXVIII. 17. 1905) que les cristaux de microcline de Vizézy sont formés par des lames empilées parallèlement à h^1 , face qui est parfois nette.

Madagascar. — Le microcline paraît être le feldspath dominant des roches granitiques de Madagascar ; il est particulièrement fréquent dans les pegmatites, celles-ci renferment parfois des cristaux qui, dans les gisements de tourmaline du massif du Bity, atteignent jusqu'à 20 kg. Ils présentent les macles de Baveno et de Carlsbad (Maharitra).

La variété *amazonite* est fréquente dans les pegmatites à tourmaline des provinces centrales ; on observe toutes les teintes possibles entre le vert le plus vif et le blanc verdâtre ou même le blanc de lait ; il n'est pas rare de trouver des plages de quelques centimètres de plus grande dimension, dans lesquelles il existe ces différences de nuances. Je citerai quelques gisements : la montagne d'Isaka à environ 36 km. au sud d'Ambohimambola ; Antaboka près Mandrarivo, Antsangambato ; Maharitra, Vohidahy et d'une façon plus générale les pegmatites à tourmaline polychromes de la vallée de la Sahatany ; les environs d'Ambositra (à l'ouest d'Ambatofangehana, au sud d'Ambohimilemaka) et aussi, dans la province de Fianarantsoa, à l'ouest de Mody, sur la Miatsiatra et au mont Vohibarika.

Le microcline de ces pegmatites possède la structure quadrillée très fine ; il est très fréquent à Maharitra de voir l'un des individus constituant la macle, prendre un développement plus grand que les autres et j'ai même observé un échantillon dépourvu de toute macle.

Dans les géodes des pegmatites exploitées pour leur rubellite, il est fréquent de voir le microcline blanc ou noir, progressivement transformé en albite.

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné les analyses et les constantes suivantes du microcline *a* d'Antsangambato (Densité = 2,5619) et *b* d'Antaboka (amazonite. Densité = 2,5762).

	SiO ²	Al ²	Fe ² O ³	CaO	MgO	K ² O	Na ² O
<i>a</i>	64,36	18,12	0,45	0,33	tr.	13,63	3,05 = 99,94
<i>b</i>	63,35	18,55	0,340,	36	0,10	13,90	3,30 = 100,10
	<i>a</i>			<i>b</i>			
	n _g = 1,5252			1,5254 (Na)			
	n _m = 1,5220			1,5227			
	n _p = 1,5248			1,5193			

Ardennes. — *Ardennes.* M. J. de Lapparent a étudié récemment (*B. S. M.* XXXII. 249. 1909) les porphyroïdes (microgranites) de l'Ardenne et montré qu'ils renferment deux variétés de microcline, l'une quadrillée, l'autre ne présentant que la macle de l'albite, avec bandes épaisses, courtes et discontinues. Ces derniers cristaux, et ceux-là seulement, se transforment plus ou moins totalement en albite (voir page 820). La composition chimique de ces porphyroïdes montre qu'ils sont presque dépourvus de chaux et comparables aux kératophyres allemands.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Les feldspaths des syénites néphéliniques de l'île de Rouma (voir à *néphéline*) sont constitués par du microcline, ne présentant que la macle de l'albite, en bandes très discontinues : ce feldspath est associé en micropertélite très fine, à l'albite. Cette micropertélite est surtout facile à étudier dans les pegmatites hololeucocrates, qui entourent les ségrégations lujauritiques (voir à *eudialyte*) ; elles sont parfois presque exclusivement constituées par des lames aplaties suivant *g*¹, ayant jusqu'à 5 ou 6 cm. de plus grande dimension ; elles sont empilées les unes sur les autres en gerbes ou bien sont enchevêtrées.

5° Dans les calcaires sédimentaires non métamorphiques.

M. Grandjean a décrit (*B. S. M.* XXXII. 103. 1909 et XXXIII. 81. 1910) les cristaux automorphes de feldspaths, qu'il a rencontrés dans un grand nombre de calcaires sédimentaires : calcaire hettangien du Mont-Dore lyonnais (*Rhône*) ; calcaire bajocien de Port-en-Bessin (*Calvados*) ; bathonien de Saint-Pezene, près de Niort (*Deux-Sèvres*) ;

calcaire oxfordien entre Toul et Saint-Mihiel (*Meurthe-et-Moselle*); craie sénonienne, calcaire pisolitique danien de Meudon, calcaire grossier lutétien de Paris. Ces cristaux, généralement limités par les faces p , m , g^1 , a^1 , présentent des extinctions de $+ 5$ à $+ 10^\circ$ sur g^1 ; sur p , l'extinction est généralement sur le bord de 0 par rapport à la trace de g^1 , mais atteint jusqu'à 20° dans la partie centrale. Quelquefois on observe de fines stries de la macle de l'albite ou le quadrillage du microcline. Un échantillon a été analysé, provenant de la craie de Meudon : il s'agit d'un feldspath alcalin avec $K^2O > Na^2O$. M. Grandjean le rapporte au microcline.

Ces feldspaths ont la même origine que ceux décrits dans des gisements du même genre, tome II, page 108.

ALBITE (T. II, p. 138).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. J'ai trouvé près de l'auberge du lac d'Aydat, immédiatement au-dessus de la route, des blocs de diorite devenus caverneux à la façon d'une cargneule. L'amphibole a entièrement disparu et le labrador est en voie de transformation en albite rosée, dont les cristaux, assez peu nets ($pmta^1a^{1/2}$), s'isolent dans des cavités miarolitiques.

Ardennes. — Dans le travail sur les porphyroïdes (microgranites alcalins) de cette région, auquel il est fait allusion page 818, M. J. de Lapparent a admis l'existence dans ces roches de deux types d'albite, l'une est produite par substitution graduelle du microcline non quadrillé et de celui-là seulement, cette variété présente les macles de l'albite courtes et interrompues ; l'autre forme des cristaux indépendants, à aspect normal, qui ne sont autres que ceux que j'ai moi-même décrits tome I, p. 145. Ces cristaux viennent parfois constituer une croûte autour des cristaux de microcline ; l'albite de ce dernier type est celle qui se trouve dans la pâte de la roche.

L'albite est le feldspath prédominant, soit en cristaux isolés, soit associé en micropertchite avec anorthose ou microcline, dans tous les types de syénites néphéliniques à ægyrine, qui sont énumérés à l'étude de la néphéline (*Pyénées, Iles de Los, Madagascar*), alors qu'elle ne constitue qu'un feldspath accessoire dans les types à bar-kévécite (voir à *microcline* et *anorthose*).

Alpes. — *Savoie*. J'ai observé de cristaux jolis d'albite (type de

ceux de l'Oisans), associés à de la stibine dans un filon de quartz de Sainte-Marie-de-Servoz. C'est un gisement à comparer à celui de Pesey, cité page 158.

Madagascar. — L'albite est très fréquente dans les pegmatites à tourmaline du centre de l'île (notamment à Maharitra, Antandrokomby). Les cristaux de microcline faisant saillie dans les géodes sont souvent partiellement ou totalement transformés en albite, qui présente des formes nettes ; ce dernier feldspath est contemporain d'une nouvelle génération de rubellite ; j'ai vu notamment des échantillons de Maharitra, dans lesquels de grands cristaux de microcline, devenus cloisonnés par altération, sont transformés en albite blanche, qui supporte de petites aiguilles rose pâle de rubellite, des lamelles de lépidolite et de bityite.

Enfin, à Maharitra, les géodes sont quelquefois remplies par un agrégat lâchement uni de lépidolite rose, de bityite, de rubellite, renfermant de grands cristaux d'albite aplatis suivant g^1 ; ceux-ci, d'un blanc laiteux, sont associés à du quartz et atteignent plusieurs centimètres.

Du même gisement, j'ai vu des agrégats de gros cristaux aplatis d'albite jaune, dont le facies est déterminé par la prédominance de p (001) et de a^1 ($\bar{1}01$) ; ils englobent de gros cristaux de quartz hyalin.

FELDSPATHS CALCOSODIQUES

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les fumerolles, qui ont métamorphosé les scories basaltiques des environs de Royat (voir dans ce volume page 769), ont développé à la surface de celles-ci de petites paillettes extrêmement minces de labrador, quelquefois cerclées d'andésine ; elles sont généralement très aplaties suivant g^1 et limitées par les faces p , a^1 , m , t .

Comores. — De jolis fragments transparents d'andésine (densité 2,65 à 2,68) accompagnent l'anorthose, le zircon, la hornblende, l'augite, l'olivine, etc. dans les sables basaltiques d'Anjouan.

Antilles. — *Martinique et Guadeloupe.* La caractéristique des roches volcaniques de ces îles, comme aussi de celles de toutes les petites Antilles, réside essentiellement dans l'existence de plagioclases extrêmement zonés, dans lesquels sont associés des types de basicité

très différente; les plus basiques en particulier (bytownite et anorthite) ne sont pas rares. J'ai étudié en détail de nombreux exemples de ces feldspaths à l'occasion de l'éruption de 1902 de la Montagne Pelée (*Montagne Pelée et ses éruptions 1904*, voir planche XXVIII).

A la Martinique, une roche est spécialement remarquable, au point de vue de ses feldspaths, c'est l'andésilabradorite à cordiérite, quartz, olivine, hypersthène, augite, hornblende, etc., du Diamant. Des cristaux de bytownite-anorthite, atteignant plusieurs centimètres peuvent en être extraits. Ils présentent toutes les formes, simples ou maclées, habituelles aux feldspaths des roches volcaniques; ils doivent leur couleur grise à l'abondance d'inclusions vitreuses.

MASKELYNITE ¹

Ce nom a été donné à une substance incolore, transparente, dépourvue de formes géométriques et d'action sur la lumière polarisée, qui se rencontre dans quelques météorites pierreuses. Sa dureté est de 6,5; sa densité de 2,65.

Au point de vue chimique, c'est un silicate d'aluminium, de calcium et de sodium, voisin du labrador, correspondant à environ 48,25 % d'An et 51,75 d'Ab.

La maskelynite a été signalée dans la météorite de Château-Renard. Je l'ai observée dans celle de Saint-Christophe-la-Chartreuse (*Bull. Soc. sc. nat. Ouest*. VI. 104. 1906). J'ai pu constater que ce produit, riche en bulles, est concentré dans la croûte fondue; il renferme souvent des sortes de glaçons de feldspaths et paraît provenir de leur fusion; il est moins réfringent qu'eux. Cette observation vient donc à l'appui de l'opinion de Tschermak, qui suppose que la maskelinite est le résultat de la fusion du labrador.

SPHÈNE (T. II, p. 235).

Altérations. Depuis la publication du tome II, j'ai montré que les pseudomorphoses de sphène de Sainte-Marie-aux-Mines, décrites par Miller comme *brookite* (voir pages 227 et 252), sont en réalité consti-

1. A placer dans la systématique à la suite des *feldspaths* (t. II, p. 202).

tuées par de l'anatase, dont on trouvera la description tome III, page 187.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai rencontré (*B. C. F.* XI. 1900 n° 71. 36) du sphène sous une forme inusitée ; dans un granite surmicacé de l'émissaire du lac Caillaouas, cette roche, très riche en paillettes de biotite, présente des taches de 0 cm. 5 à 1 cm. de diamètre, dépourvues de mica et constituées par un mélange de plagioclases et de sphène jaune de miel ; dans chaque tache, il existe un seul cristal de sphène, englobant ophitiquement le plagioclase aplati. Je considère ce sphène comme d'origine primaire. J'ai observé une structure du même genre dans les monzonites intrusives du Cantal. M. Geijer a signalé récemment l'existence à Stockholm (*Upsala. Bull. geol. Inst.* VII. 1900. 1908) d'un semblable granite tacheté.

Dans le même mémoire, sur le granite des Pyrénées, j'ai décrit page 48, une roche magnifique, formant des enclaves au milieu du granite de la rive droite de la Neste, sur le bord sud du massif granitique de Bordères. Elle est constituée par du diopside vert foncé, un peu d'anorthite et beaucoup de sphène, dont il existe des milliers de cristaux dans un bloc de la grosseur de la tête ; ils sont d'un jaune de miel et présentent $d^{1/2}$ (111) dominant, avec h^1 , p , et souvent m et o^2 .

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai recueilli de jolis cristaux de sphène jaune dans des blocs de phonolite à haüyne se trouvant dans le glaciaire d'Apchon et dont je n'ai pu trouver le gisement en place.

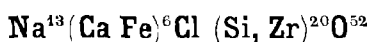
Puy-de-Dôme. Les cristaux de néphéline d'origine pneumatolitique du trachyte phonolitique de la Tuilière (voir dans le volume page 754) renferment en très grande abondance des inclusions de cristaux de sphène, filiformes suivant l'axe vertical ; des cristaux identiques se trouvent quelquefois dans les druses de la même roche au Puy Cordé.

J'ai pu examiner les cristaux jaunes, signalés page 248, à la surface de l'hématite du Puy de la Tache et donnés comme sphène, d'après M. Gonnard ; ils sont constitués par de l'augite jaune d'or.

Alpes. — *Isère.* De jolis cristaux blancs ou jaunes, très minces, de sphène du type VII se trouvent à Muratouse, avec épidote, quartz, albite et ripidolite.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Presque complètement absent des syénites néphéliniques à ægyrine, le sphène est constant et

abondant dans les syénites néphéliniques à barkévicitte ; dans celles de l'île de Foutabar, notamment à la pointe de Topsail, il forme des cristaux de 0 cm. 5 du type de la figure 17, page 247, dans lesquels $d^{1/2}$ et m sont à peu près également développés.

EUDIALYTE¹

Rhomboédrique : $pp = 73'30'$.

Angle plan de $p = 77^{\circ}12'$

[$a : b = 1 : 2$, 1116 (Miller).]

Formes et facies. L'eudialyte se présente en rhomboèdres, généralement basés et en prismes allongés suivant c ou aplatis. Fréquemment aussi, elle n'a pas de formes géométriques, et constitue des plages xénomorphes ou des masses grenues,

La variété *eucolite* résulte peut-être de l'altération de l'eudialyte.

Clivages. Clivages p ($10\bar{1}1$), plus (*eudialyte*) ou moins (*eucolite*) distincts ; imparfaits suivant h^1 ($11\bar{2}0$), m ($10\bar{1}0$) et a^2 ($10\bar{1}4$).

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,9 à 3,1.

Coloration et éclat. Rose carmin, brun rouge, brun-chocolat ; la structure zonaire est fréquente. Poussière incolore ou jaunâtre. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* (n_g) (*eudialyte*) ou *négative* (n_p) (*eucolite*).

Ces deux types coexistent souvent dans un même cristal ; ils sont alors réunis par une zone de compensation isotrope (Île de Rouma) :

	Eudialyte (Wülfing)	Eucolite (Brögger)
$n_g =$	1,6402	1,6205
$n_p =$	1,6084	1,6178
$n_g - n_p =$	0,0018	0,0027

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très variable avec la nature et l'intensité de la couleur et même dans un même cristal.

1. A placer dans la systématique à la suite du *sphène* (tome II, p. 233).

Parallèlement à l'axe $c = n_g$ ou $n_p =$ rose carminé, à jaune vif.
Perpendiculairement à $= n_p$ ou $n_g =$ jaune à incolore.

Composition chimique. La composition chimique est complexe, au lieu de la formule brute donnée plus haut, M. Brögger a proposé la suivante : $(Na, K, H)^4 [Ca, Fe, Mn, Ce(OH)]^3 Zr (SiO^3)^7$, avec $(ZrOCl^2)$, remplaçant une partie de SiO^2 . Il existe aussi parfois un peu de niobium et de tantale. En moyenne, ce minéral comprend de 45 à 55% de SiO^2 , 12 à 16 de ZrO^2 , de 10 à 12 % de chaux, autant de soude, et un peu de manganèse.

Essais pyrognostiques. Fond en un verre vert clair, opaque et en colorant la flamme en jaune. Fait gelée avec les acides ; la solution étendue colore en orange foncé le papier de curcuma (ZrO^2).

Altérations. L'eudialyte se transforme très fréquemment en catapléite, et plus rarement en zircon, etc., accompagnés de mésotype, d'ægyrine, de fluorine, etc.

Diagnostic. Les propriétés optiques, et notamment le pléochroïsme, les réactions pyrognostiques sont caractéristiques. Le minéral se distingue aisément des grenats biréfringents, par sa réfringence beaucoup plus faible.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'eudialyte est un minéral caractéristique des syénites néphéliniques très alcalines.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* M. Rosenbusch a indiqué (*Microsk.* Pfg. II. 242. 1907) l'existence d'un minéral du groupe eudialyte-eucolite dans la syénite néphélinique de Pouzac. Bien que j'aie étudié un nombre considérable d'échantillons de cette roche, je n'ai jamais trouvé ce minéral, alors qu'au contraire, j'ai rencontré en très grande abondance du grossulaire, dont les propriétés sont décrites tome I. L'existence de l'eudialyte dans cette roche serait intéressante, car ce serait le seul cas, à ma connaissance, de la présence de ce minéral dans une syénite néphélinique non ægyrinique.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'île de Rouma mérite de devenir classique comme gisement d'eudialyte. Ce minéral, assez rare dans le type normal de la syénite néphélinique (il y joue le rôle de minéral intersertal), est presque constant dans de gros nodules, généralement entourés par une zone de pegmatite de syénite néphélinique très leucocrate. J'ai décrit sommairement toutes ces roches

(*C. R.* CLII. 681. 1906) et rapproché le type constituant ces ségrégations de la *lujaurite* de Kola et du Groënland; elle est caractérisée par l'association d'une grande quantité d'ægyrine aciculaire, à de l'astrophyllite, de l'eudialyte, de la néphéline, de l'albite, etc.

A l'inverse de ce qui se passe cependant dans les *lujaurites* normales, l'eudialyte est d'ordinaire l'élément le dernier consolidé; elle englobe pœcilitiquement l'ægyrine et l'albite et forme quelquefois la trame de la roche. Quand elle n'est pas régulièrement distribuée, elle y constitue des taches de plusieurs centimètres, ou s'isole en petits grains d'un beau rouge grenat. En lames minces, on constate une grande inégalité de biréfringence, de coloration et par suite de pléochroïsme; parfois d'une biréfringence uniforme, elle présente plus souvent dans un même individu, non pas des zones concentriques, mais des alvéoles irrégulières. La biréfringence est souvent plus faible le long des cassures; on constate fréquemment dans un même cristal des portions optiquement différentes, séparées par des zones (de compensation) monoréfringentes. Quelquefois des lambeaux biréfringents apparaissent sans transition au milieu de parties monoréfringentes; je n'ai pu constater aucune différence de réfringence entre ces diverses variétés. Les variations de couleur ne sont pas moins grandes; des plages jaunes sont dépourvues de pléochroïsme; des portions roses ont quelquefois une teinte uniforme et alors pâle, mais la coloration et le pléochroïsme augmentent fréquemment le long de cassures ou de clivages. J'ai observé des auréoles pléochroïques roses autour d'inclusions d'ægyrine.

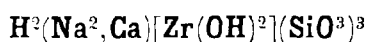
Les altérations en catapléite sont fréquentes. Les lamelles hexagonales de ce minéral sont quelquefois orientées parallèlement à la base de l'eudialyte, plus souvent, elles sont disposées sans ordre; elles sont mélangées à de la fluorine violette, de l'ægyrine, du grossulaire, etc.

Madagascar. — J'ai rencontré (*Nouv. Arch. Muséum.* V. 185, 1903) l'eudialyte d'un beau rose, en voie de transformation en catapléite, dans une syénite néphélinique à ægyrine de la rive droite de la Berondra, à la base orientale du mont Andevenanaomby (massif du Bezavona).

Dans les syénites néphéliniques à ægyrine d'Ampangarinana (Nosy komba), j'ai observé (*op. cit.* IV. 41. 1902) un minéral se rapprochant beaucoup du précédent, comme lui rose suivant n_p et opti-

quement négatif, mais en différant par une biréfringence cinq fois plus grande ($n_g - n_p = 0,01$), biréfringence qui n'a été signalée jusqu'à présent dans aucun minéral de ce groupe.

CATAPLÉITE



Pseudohexagonale¹.

$$b : h : = 1000 : 1735,6$$

$$[a : c = 1 : 1,7356 \text{ (Sjögren)}]$$

Macles. Macles polysynthétiques intimes suivant m ($10\bar{1}0$) et macles macroscopiques suivant b^1 ($10\bar{1}1$), $b^2/3$ ($30\bar{3}2$) et $a^2/6$ ($33\bar{6}2$).

Formes et facies. La catapléite se présente en lames hexagonales, aplaties suivant la base et parfois plus ou moins modifiées.

Clivages. Clivages, parfaits suivant m ($10\bar{1}0$), distincts suivant b^1 ($10\bar{1}1$) et b^2 ($10\bar{1}2$). Cassure conchoïde.

Dureté. 6.

Densité. 2,8.

Coloration et éclat. Jaune, jaune brun, gris bleu, violacé. Poussière jaune pâle. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Le minéral n'est en réalité que pseudohexagonal et monoclinique d'après M. Brögger¹.

La bissectrice aiguë, *positive* (n_g), est sensiblement perpendiculaire à p (0001); dans la catapléite des roches, on peut seulement constater que la croix noire est parfois disloquée, mais dans les grands cristaux de Norvège, étudiés par M. Brögger, apparaissent des macles intimes, comparables à celles de la tridymite; le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'une des arêtes de la section hexagonale. A 140° C. , le minéral devient rigoureusement uniaxe. Dans la catapléite de l'île de Rouma, ces macles ne se manifestent que par de très fines lamelles polysynthétiques, parallèles à la base.

1. M. Brögger admet les paramètres suivants $a : b : c : = 1,7356 : 1 : 1,3636$; $zx = 89^\circ 48' 30''$; $mm = 119^\circ 57'$. Les relations avec la forme hexagonale sont à comparer à celles admise pour la tridymite.

	Natronca- tapléite	Catapléite
n_g	= 1,6272	1,6270 (Rosenbusch)
n_p	= 1,5917	1,5920
$n_g - n_p$	= 0,0355	0,0350

Composition chimique. Il existe deux types, l'un exclusivement sodique (*natroncatapléite*), l'autre, qui est la catapléite normale, est calcosodique. La formule donnée plus haut correspond à la composition théorique suivante pour la natroncatapléite.

SiO ²	46,1
ZrO ²	28,8
Na ² O.....	15,9
H ² O.....	9,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Facilement fusible en émail blanc. Attaquable par les acides, sans faire gelée. La solution étendue donne les réactions de la zircon (Voir à *eudialyte*).

Diagnostic. Les propriétés optiques sont caractéristiques, ainsi que le gisement et la fréquence de l'association avec l'eudialyte, aux dépens de laquelle elle se produit.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La catapléite ne se rencontre que dans les syénites néphéliniques les plus sodiques, dans celles qui contiennent de l'agyryne.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* La catapléite est extrêmement abondante dans les facies de variation lujaoritiques de la syénite néphélinique à agyryne de l'île de Rouma. Elle épigénise partiellement ou complètement l'eudialyte ; elle s'oriente souvent sur elle, les faces a^4 des deux minéraux coïncidant en direction. Bien qu'elle ne puisse pas être distinguée sûrement de cette dernière sans examen optique, on est certain de la trouver surtout dans les échantillons où l'eudialyte est de couleur jaune très clair.

Dans les lames minces, on peut constater que la catapléite, toujours automorphe, forme des cristaux pouvant atteindre 0 mm. 5. Ils sont englobés dans la fluorine, dans la mésotype, etc. ; les plus gros sont ceux qui ne sont pas formés sur le cadavre de l'eudialyte. Leur réfringence, inférieure à celle de ce dernier minéral, est supérieure à celle de tous les éléments blancs de la roche.

J'ai observé des groupements étoilés de lames hexagonales de catapléite rappelant ceux de la neige et de la pseudowollastonite. Enfin, les inclusions liquides à bulle mobile sont fréquentes.

Madagascar. — On a vu plus haut que j'ai rencontré dans les syénites néphéliniques du massif de Bezavona, au Mont Andevena-naomby, des pseudomorphoses d'eudialyte en catapléite.

GROUPE DES WERNÉRITES

DIPYRE (T. II, p. 204).

Pyrénées. — *Ariège.* On a vu page 714 de ce volume la descrip-

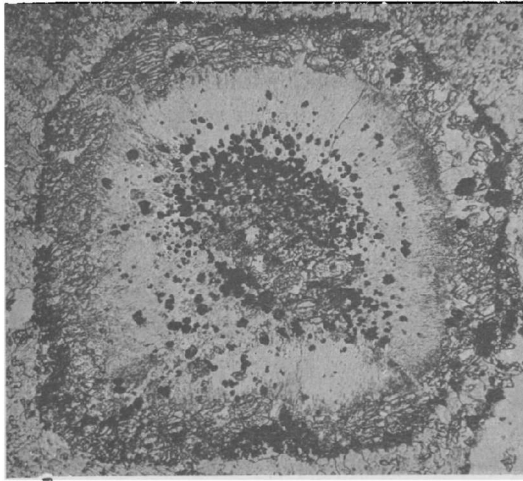


Fig. 1.
Pseudomorphose de dipyre du col d'Eret. (Photographie en lumière polarisée parallèle.)

tion de singulières pseudomorphoses de dipyre en un mélange de forstérite, de spinelle et de mica, que j'ai observées dans des calcaires secondaires du col d'Eret près Ercé, qui ont subi le double métamorphisme d'une ophite et d'une hornblendite.

La fig. 1 représente la section basique d'une semblable pseudomorphose ; le minéral noir et opaque est le spinelle.

Ce genre de pseudomorphose n'a pas été observé en dehors de ce gisement ; les cristaux transformés peuvent être isolés par l'action d'un acide ; ils sont colorés extérieurement en vert par le spinelle et mesurent plusieurs centimètres de longueur.

SCAPOLITE (T. II, p. 232).

Pyrénées. — *Ariège.* Le seul exemple à citer d'un minéral du groupe de la wernérite dans les contacts granitiques des Pyrénées consiste dans un échantillon, que j'ai recueilli à la Cascade de Gnoles près d'Ax. Les cristaux de scapolite, mesurant 2 cm. ($m h^a b^{a/\beta}$), sont implantés sur des prismes translucides de diopside gris, dont ils se distinguent par leur aspect blanc laiteux.

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Hubert a signalé (*C. R. CILVI.* 242. 1908) la scapolite comme élément essentiel des gneiss amphiboliques provenant de la traversée de la rivière Zompa, sur la route de Savalou à Djaloucou ; ces roches rappellent celles du Waldviertel.

Madagascar. — De nombreux gisements de scapolite dans les cipolins sont à ajouter à celui que j'ai cité page 232, tome II ; je signalerai en particulier les suivants : dans la région de Fort-Dauphin, des cristaux de scapolite de plusieurs centimètres, accompagnent le diopside vert foncé à plans de séparation faciles suivant p ; les alentours d'Ampanihy (pays Mahafaly) ; les environs de Tananarive sous l'observatoire ; Beraoka (avec analcime secondaire) ; Tetezantany sur la Mandrina, puis, dans le cercle d'Analalava, Ankangafohy (Beheny) (avec wollastonite, diopside, quartz, etc.), Ambohitorsa à l'Est d'Andranosamonta et la route de Bejoro à Bealanana, etc.

GROUPE DE ZÉOLITES

THOMSONITE (Tome II, p. 259).

Archipel des Gambiers. — J'ai examiné de belles concrétions fibreuses de mésole provenant des falaises d'Atituiti.

Tahiti. — Les basaltes de la vallée de Papenoo renferment parfois des géodes, tapissées de concrétions de *mésole*, supportant des cristaux d'analcime et mésolite.

Madagascar. — J'ai vu également un échantillon de mésolite associé à la christianite et provenant de la baie des Amis sur la côte nord-est de l'île.

HYDRONÉPHÉLITE (Tome II, p. 261).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Les pegmatites de syénites néphéliniques à barkévite de l'île de Foutabar (pointe de Topsail) renferment des prismes hexagonaux de néphéline et aussi des cristaux de sodalite de plusieurs centimètres, transformés en hydronéphéline d'un gris noirâtre, qui rappelle la ranite du Langesundfjord. L'examen microscopique y montre fréquemment de petits cristaux maclés d'hydrargillite. Des pseudomorphoses du même genre se rencontrent dans les pegmatites de l'île de Rouma.

MÉSOTYPE (T. II, p. 267).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Des concrétions fibreuses

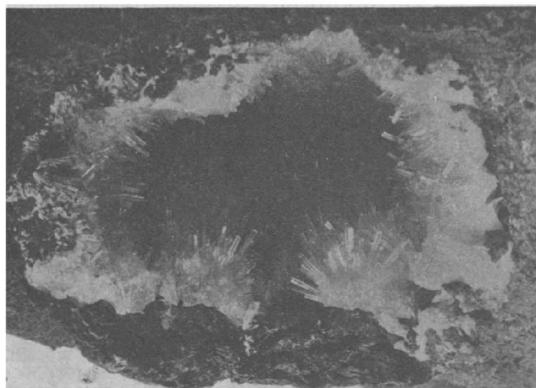


Fig. 1.
Géode de mésotype du Puy de Marman.

de mésotype se trouvent au Chambon de Tense.

Puy-de-Dôme. Masses fibreuses dans le basalte du puy de la Garde,

près de Billom. La fig. 1 représente un peu réduite, une géode de mésotype du Puy de Marman, rencontrée dans un bloc de basalte intact (collection du Muséum).

Algérie. — La mésotype du Cap Djinet près Dellys avait été signalée déjà par Vatonne (*A. M.* XII. 684. 1857), qui en a donné l'analyse suivante :

SiO ²	Al ² O ³	Na ² O	CaO	H ² O	
46,50	26,30	15,20	0,73	11,00	= 99,73

Antilles. — *Martinique.* J'ai montré (*B. S. M.* XXVI. 150. 1903) que la mésotype accompagne l'analcime, la stilbite, la heulandite et la calcédoine dans les labradorites altérées du Morne des Pétrifications au voisinage du village de Sainte-Anne. La mésotype est la plus abondante; elle forme de gros rognons fibreux, dans lesquels se voient parfois des pointements distincts ($mh^1 g^1 b^{1/2}$, avec développement dissymétrique de cette pyramide).

Guadeloupe. La collection du Muséum renferme un gros rognon fibreux de mésotype, provenant de cette île, sans indication plus précise. Il a été très certainement recueilli dans les roches volcaniques basiques et dans des conditions analogues à celles du gisement précédent.

Madagascar. — J'ai sommairement décrit (*Bull. Muséum.* 1898. 291) un très remarquable gisement de zéolites, dont je dois la connaissance à M. Prince. Il s'agit d'un basalte altéré, formant un mamelon peu élevé, à environ 800 mètres à l'est de la rive droite du Bekiady, et à environ une demi-journée de marche de Tamoeritra, près du lac Kinkony. Ce gisement renferme de la mésotype, de l'analcime, de la gmélinite, de la heulandite, du cuivre natif, de la cuprite et du chrysocole.

La mésotype forme des groupes de cristaux, très analogues comme aspect et comme dimensions, à ceux du Puy-de-Marman. Ils sont particulièrement associés à l'analcime, sur laquelle ils sont implantés ou qu'ils recouvrent.

La mésotype accompagne la heulandite et l'analcime, ainsi que l'améthyste, dans les tufs basaltiques de l'îlot d'Ankazoberavina, vis-à-vis la baie d'Ambavatoby.

MÉSOLITE (T. II, p. 279).

Réunion. — Les basaltes de divers points de l'île et notamment ceux de la rivière Saint-Denis renferment des nodules fibreux de mésolite d'un blanc laiteux : j'ai trouvé dans l'ancien musée des colonies un échantillon géodique se terminant par des cristaux libres avec des pointements semblables à ceux de la mésolite des Feroe ; ils possèdent les mêmes propriétés optiques.

Tahiti. — La mésolite fibreuse est assez fréquente dans les amygdales des basaltes de cette île (vallées de Papenoo, de Punaruu en particulier) ; elle y est associée à la christianite, à la chabasia, à l'analcime, etc.

ANALCIME (T. II, p. 281).*Dans les roches volcaniques.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Dans le massif du Mont-Dore, j'ai recueilli de fort beaux cristaux transparents d'analcime p (dominant) a^2 ; ou a^2 seul, dans le dyke de basalte, que longe le sentier du Sancy, près de la cascade de la Craie. Des cristaux également transparents (a^2) se trouvent dans la labradorite du ravin du Chapial, au fond de la vallée de Chaudefour.

Des cristaux plus petits du même minéral ne sont pas rares dans les pépérites du Puy Long, près Clermont.

J'ai signalé page 286 du tome II, d'après Constant Prévot, l'existence de l'analcime dans le trachyte phonolitique de la Roche Tuilière au Mont-Dore ; depuis lors, j'ai rencontré moi-même ce minéral en abondance dans ce gisement ; les cristaux a^2 présentent la particularité d'être parfois formés par un très grand nombre de cristaux de même forme, groupés par interprétation à axes parallèles. Le trachyte phonolitique est quelquefois très tacheté ; les taches sont dues à de l'analcime, se développant souvent autour de la néphéline pneumatolitique. J'ai rencontré sous la même forme l'analcime dans le trachyte phonolitique du Puy Cordé et du plateau de Bozat.

Tahiti. — L'analcime est l'une des zéolites les plus fréquentes dans les basaltes de cette île, notamment dans la vallée de Papenoo et dans celle de Punaruu.

Réunion. — De beaux cristaux transparents abondent dans les basaltes de la rivière Dumas et d'autres points de cette île.

Antilles. — *Martinique.* L'analcime en petits cristaux, a^2 , tapisse certaines cavités de la labradorite de la Savane des Pétrifications.

Madagascar. — L'analcime est une des zéolites les plus fréquentes de Bekiady. Elle y est particulièrement associée à la méso-type ; elle forme des groupes de trapézoèdres, a^2 , qui atteignent parfois individuellement 2 cm. de diamètre.

3° Dans les syénites néphéliniques et dans les roches associées.

L'analcime est d'une extrême abondance dans toutes les roches grenues à néphéline ; dans les syénites, il semble que dans bien des cas, elle soit due à des actions pneumatolitiques contemporaines de la fin de la consolidation de la roche ; elle remplit, en effet, des cavités miarolitiques dans lesquelles elle est associée à des cristaux intacts de néphéline et à des cristaux nets de beaucoup d'autres minéraux : *ægyrine*, *astrophyllite*, etc., qu'elle englobe ou qui lui sont parfois postérieurs. Elle entre dans la constitution des *monchiquites* des îles de *Los*, de *Madagascar*, de *Tahiti*.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Toutes les syénites néphéliniques à *ægyrine* ou à *barkévicité* contiennent de l'analcime, mais ce minéral est particulièrement abondant dans leurs pegmatites. Celles à *barkévicité* se trouvent notamment sous le phare de l'île de Foutabar à la pointe de Topsail, et près du village de Kassa ; celles à *ægyrine* surtout à l'île de Rouma et dans le nord de l'île de Kassa.

L'analcime, rarement en cristaux nets, a^2 , forme le plus souvent des masses limpides et incolores qui, à Rouma, atteignent parfois la grosseur du poing et sont translucides, parfois même presque transparentes. Elles possèdent des clivages nets et englobent des cristaux d'*ægyrine* et d'*astrophyllite*. $n = 1,4868$ (Na).

Madagascar. — Je l'ai particulièrement rencontrée (*Nouv. Archiv. Mus.* I. 1902 et V. 1903) en beaux échantillons macroscopiques dans les syénites néphéliniques à *ægyrine* de Nosy komba, du massif du

Bezavona et, d'une façon plus générale, dans toutes les roches à néphéline de la province pétrographique d'Ampasindava.

Une mention spéciale est due à de grandes géodes de trapézoèdres a^2 , blancs laiteux, creusées dans la monchiquite qui traverse la syénite néphélinique du ravin d'Antsohanina (massif du Bezavona). Des cristaux nets de prehnite et d'épidote recouvrent parfois cette analcime.

4° *Dans les calcaires métamorphiques.*

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai rencontré dans les carrières de gypse d'Arnavé un bloc de calcaire à dipyre, contenant, comme élément essentiel, un trapézoèdre blanc d'analcime. C'est le seul exemple, que je connaisse, de la production de ce minéral dans de semblables conditions.

HEULANDITE (T. II, p. 287).

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* De petits cristaux de heulandite tapissent les fentes d'une diabase de l'ancien Moulin du Vau-Lambert en Corseul, à 11 kilomètres au nord-ouest de Dinan.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai rencontré en abondance la heulandite en cristaux variant de quelques millimètres à 1 cm. dans les fissures des schistes et des calcaires métamorphiques de la route de Barèges au col du Tourmalet (en particulier à partir du ravin d'Escoubous).

Alpes. — *Isère.* De petites lamelles de heulandite, associées à de la stilbite, se trouvent dans les fentes de la granulite du torrent d'En Bas (rive droite du Vénéon) près des Etages.

Guyane. — J'ai observé de jolis cristaux de heulandite sur la stilbite, qui tapisse les fentes du gneiss amphibolique de Cayenne; par leur forme et par leur mode de gisement, ces cristaux rappellent la *beaumontite* de Baltimore.

Antilles. — *Martinique.* J'ai constaté la grande abondance de la heulandite ($g^4po^4a^4m$) à quelques centaines de mètres du gisement décrit plus haut de mésotype du Morne des pétrifications (sur le sentier venant de Sainte-Anne). Elle y forme de très petits cristaux dans une labradorite riche en géodes de calcédoine, et n'est accompagnée d'aucune autre zéolite.

Madagascar. — On a vu plus haut que la heulandite se rencontre dans le basalte altéré de Bekiady ; ses cristaux sont beaucoup plus petits que ceux des autres zéolites ; elle est soit seule, soit associée à des minéraux cuprifères (cuivre natif, cuprite, chrysocole), comme aux îles Feroë.

De beaux échantillons (cristaux de 3 cm.) de heulandite, associés à de l'analcime, de la mésotype et de l'améthyste, se trouvent dans les tufs basaltiques de l'îlot d'Ankazoberavina, vis-à-vis la baie d'Am-bavatoby.

CHRISTIANITE (T. II, p. 296).

Plateau Central. — *Loire.* M. Gonnard a donné (*B. S. M.* XXX. 269. 1908) l'analyse suivante, faite par M. Barbier, de la christianite du mont Simieuse (tome II, p. 307).

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O
52,40	18,33	4,96	6,88	1,10	16,55=99,92

Puy-de-Dôme. M. Vigier a signalé (*B. S. M.* XXXI. 142. 1908) dans la christianite de Perrier (le gisement exact s'appelle Roche Noire), en outre des formes que j'y ai indiquées (tome II, p. 306), la macle de Marburg (combinaison $g^4 b^{1/2}$) et peut-être celle de Bowling : cette description est basée sur l'examen morphologique.

J'ai observé de petits cristaux de christianite clairsemés dans de larges vacuoles du basalte du Puy-de-Mur ; ils sont associés à des scalénoèdres de calcite.

Madagascar. — Des géodes de cristaux blancs laiteux de christianite se trouvent dans le basalte de la baie des Amis (côte nord-est) et dans les néphélines de Nosybé.

Tahiti. — La christianite est l'un des minéraux drusiques les plus fréquents des cavités des basaltes de l'île et en particulier de ceux de la vallée de Papenoo.

STILBITE (T. II, p. 312).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Le minéral fibrolamellaire du Pic Gourdon (ou pic Noir), au nord du port d'Oo et du pic des Gourgs Blancs, décrit par M. Gourdon (*Bull. Soc. Nat. Ouest.* XVII. 145. 1907) comme mésotype, est en réalité constitué par de la stilbite.

Pyrénées-Orientales. J'ai recueilli de jolis cristaux de stilbite dans les fentes des schistes métamorphiques des environs de Mosset.

Guyane. — De belles croûtes de stilbite, formées par des globules à structure fibrolamellaire, recouverts de petits cristaux de heulandite, tapissent les fentes des gneiss amphiboliques de Cayenne,

Antilles. — *Martinique.* La stilbite fibrolamellaire, présentant les formes $p \ g^1 \ m \ a^1 o^1$, avec les macles habituelles, est exceptionnelle dans le gisement de mésotype du Morne des Pétrifications.

Madagascar. — L'analcime et la mésotype de Bekiady sont parfois recouvertes de beaux cristaux translucides de stilbite, atteignant 1 cm. de plus grande dimension.

CHABASIE (T. II, p. 324).

Tahiti. — La chabasia se trouve dans les basaltes de l'île et en particulier dans ceux de la vallée de Papenoo ; je l'ai signalée dans une note sur les minéraux de cette île (*B. S. M.* XXXVII. 278. 1904).

Je dois à M. Brouard de jolis rhomboédres de chabasia provenant des basaltes vacuolaires de l'île Moréa.

Archipel des Gambiers. — Les basaltes vacuolaires de cet archipel fournissent des géodes magnifiques de cristaux (p) de chabasia transparente, pouvant atteindre 0 cm.5 ; à citer en particulier Mangareva, Tepuka, Atituiti.

Madagascar. — De bons cristaux de chabasia (p) tapissent les géodes du basalte de la vallée de la Betahitra, sur la côte nord-est.

GISMONDITE (T. II, p. 323).

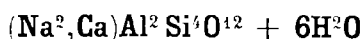
Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Le trachyte phonolitique de la Sanadoire renferme très exceptionnellement des géodes de petits cristaux de gismondite d'un blanc laiteux.

Tahiti. — J'ai rencontré de petits cristaux de gismondite d'un blanc mat sur l'analcime des cavités d'un basalte de la vallée de Papenoo.

LAUMONTITE (T. II, p. 328).

Antilles. — *Saint-Barthélemy*. La collection géologique du Muséum renferme un échantillon de laumontite fibrolamellaire, provenant de cette île ; il recouvre une roche basaltique.

GMÉLINITE



Rhomboédrique. $pp = 111^{\circ}52'$

Angle plan de $p = 105^{\circ}44'40''$

$[a : c : = 1 : 0,7345 \text{ (Pirsson)}] ^1$

Formes observées. $e^2 (10\bar{1}0)$; $p (10\bar{1}1)$, $e^{1/2} (01\bar{1}1)$.

Macles. 1° Macle suivant $e^8 (30\bar{3}2)$, correspondant à la macle suivant $p (10\bar{1}1)$ de la chabasie⁴.

2° Macle par pénétration avec rotation autour de l'axe vertical comparable à celle de la chabasie.

	Angles calculés.		Angles calculés.
$\left[\begin{array}{l} a^4 p \\ a^4 e^{1/2} \\ p e^2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 139^{\circ}42' \\ 130^{\circ}18' \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} pp \\ e^{1/2} e^{1/2} \\ p e^{1/2} \end{array}$	$\left\{ \begin{array}{l} 111^{\circ}52' \\ 142^{\circ}16' \end{array} \right.$

Facies. Les cristaux mettent d'ordinaire en évidence la symétrie pseudohexagonale, par suite de l'égal développement de $p (10\bar{1}1)$ et de $e^{1/2} (01\bar{1}1)$; quelquefois cependant ils ont un aspect rhomboédrique par suite de la prédominance de p ; $e^2 (10\bar{1}0)$ est souvent strié horizontalement.

Clivages. Clivages, faciles suivant $e^2 (10\bar{1}0)$, parfois distinct suivant $a^4 (0001)$.

Dureté. 4,5. Fragile.

Densité. 2,04 à 2,17.

1. On peut mettre en évidence l'analogie de forme existant entre ce minéral et la chabasie en multipliant par $3/2$ la valeur de l'axe vertical adoptée ici. On obtient ainsi la correspondance suivante :

$p (10\bar{1}1) = a^7 (10\bar{2}3)$ (chabasie) ; $e^8 (30\bar{3}2) = p (10\bar{1}1)$ (chabasie) ; $e^{1/2} (01\bar{1}1) = e^{1/5} (02\bar{2}3)$ (chabasie).

Coloration et éclat. Incolore. Blanc jaunâtre, jaune, rose chair. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. La biréfringence est extrêmement faible. La double réfraction est tantôt *positive*, tantôt *négative*. L'examen de lames basiques montre une division en secteurs, faisant voir que le minéral est en réalité biaxe.

$$\begin{aligned} n_g &= 1,4764 \text{ Na (Pirsson)} \\ n_p &= 1,4760 \\ n_g - n_p &= 0,0004 \end{aligned}$$

Composition chimique. La composition chimique est celle d'une chabasie exclusivement ou surtout sodique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante, dans le cas où il n'y a que du sodium.

SiO ₂	46,9
Al ₂ O ₃	19,9
Na ₂ O	12,1
H ₂ O	21,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme chabasie.

Diagnostic. Parmi les zéolites, la forme géométrique est caractéristique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — Le gisement basaltique de Bekiady renferme en abondance des cristaux de gmélinite, qui ne sont que rarement accompagnés par de gros cristaux (postérieurs) d'analcime : ce sont les plus beaux cristaux de ce minéral que j'ai eu l'occasion d'étudier. Quelques-uns d'entre eux sont groupés et atteignent individuellement 5 cm. de diamètre, mais il en est d'autres, qui sont complets et isolés de toute gangue ; ils mesurent 1 cm. 5 à 2 cm. de diamètre.

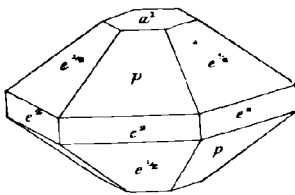


Fig. 1.
Gmélinite de Bekiady.

Ils sont d'un jaune rosé, parfois un peu caverneux, et uniformément constitués par p ($10\bar{1}1$) et $e^{1/2}$ ($01\bar{1}1$), également développés, avec souvent a^1 (0001) et e^2 ($10\bar{1}0$) (fig. 1).

CORPS SIMPLES

GRAPHITE (T. II, p. 355).

Pyrénées. — (Tome II, p. 360). *Ariège*. L'épidotite de Cancenès, près de Cabre, est parcourue de petites veinules de graphite très pur.

Madagascar. — Le graphite abonde dans les schistes cristallins de Madagascar, aussi bien dans les types acides, tels que les leptynites, que dans les basiques, comme les cipolins ; il s'y présente en lamelles, qui accompagnent ou remplacent les micas.

Tel est le cas de beaucoup de roches du pays Mahafaly (environs d'Ampanihy), où le graphite se rencontre aussi en rognons assez volumineux ; il en est de même à Bedodoka, entre Tsivory et la rivière d'Onilahy, à Ialasora 5 km. sud-ouest de Tananarive, etc. Quelques tentatives d'exploitation ont été faites sur plusieurs de ces gisements, notamment au nord-ouest de la capitale, à la montagne d'Ambohimasina, sur la rive gauche de l'Andromba, près de son confluent avec l'Ikopa, etc.

A signaler aussi le graphite dans le quartzite d'Andriamalandy (Betainaomby) à l'est d'Andranosamonta.

Tonkin. — Le graphite est abondant comme élément des schistes cristallins du Fleuve Rouge, des micaschistes de la vallée de Song-Cau (provinces de Thaï-Nguyen et de Bac-Kan). M. Dupouy en a signalé (*op. cit.* 32) des filonnets dans une roche éruptive du canton de Co-Phu, Huyen de Tran-Yen (province de Yen-Bay).

SOUFRE (T. II, p. 363).

Antilles. — *Guadeloupe*. J'ai visité en 1902 et en 1903 la Soufrière de la Guadeloupe et donné des détails sur les conditions dans lesquelles le soufre s'y forme, aussi bien que dans les fumerolles de l'Echelle (*La Montagne Pelée et ses éruptions*. 1908. 56).

Martinique. Le soufre s'est produit en faible abondance à l'orifice des fumerolles secondaires s'élevant des matériaux accumulés par les nuées ardentes de la Montagne Pelée (1902-1905) (*op. cit.* 400); il se forme encore en cristaux, identiques à ceux de la Guadeloupe, dans les fumerolles du dôme récent.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse* (p. 374). M. Dolot m'a remis de jolis cristaux de soufre, d'un jaune clair ou d'un jaune orangé, provenant de la mine des Tapets; ils sont accompagnés de cristaux de calcite ou de célestite; ils se rapportent au type de la figure 7.

Alpes. — *Basses-Alpes.* Les gisements du bassin de Manosque ont été trouvés au cours de l'exploitation des lignites (Liabaux près Lincel-Saint-Martin). Les calcaires marneux de La Mort d'Imbert renferment des nodules de soufre gris, dans lesquels sont concentrés des cristaux de quartz transparents, qui n'existent pas dans le calcaire.

Mauritanie. — Le soufre abonde comme produit de réduction du gypse dans les sebkhas de la côte et notamment dans celle de Timardine. Des coquilles sont parfois transformées en soufre.

ARSÉNOLAMPRITE ¹

As

Ce nom a été donné à un minéral, considéré comme dimorphe de l'arsenic. Il forme des agrégats fibrolamellaires, possédant un seul clivage; sa couleur est le gris bleu, avec des reflets bleuâtres. Il est plus tendre (2), moins dense (5,3 à 5,5) que l'arsenic rhomboédrique.

L'arsénolamprite a été signalée à Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*] par Breithaupt (Frenzel. *N. J.* 1874. 678) et n'y a plus été retrouvée.

BISMUTH NATIF, BISMUTHINITE, BISMITE (T. II, p. 380, etc.)

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* Les filons de quartz de Villeray, près de Montbelleux, renferment du wolfram, comme ceux de cette dernière

1. A placer dans la systématique après *arsenic*, t. II, p. 382.

localité, mais pas de cassitérite. Par contre, ils contiennent en petite quantité du bismuth natif, de la bismuthinite et un peu de bismite produite par l'altération des deux minéraux précédents.

PLATINE (T. II, p. 389).

Madagascar. — D'après des renseignements que m'a fournis M. Mouneyres, le platine a été trouvé en petite quantité dans les sables aurifères de quelques rivières de l'Est et notamment dans l'Isongo, affluent de la Manambia, et dans les districts de Fenerive et de Marolambo. M. Dabren m'en a montré de petites paillettes.

ARGENT (T. II, p. 405).

Congo. — A Mindouli, l'argent n'est pas seulement englobé par la calcite ou la diopside ; j'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 255. 1908) qu'on le trouve aussi en lames minces dans les fentes de la chalcocite, des calcaires et des grès (parfois avec barytine) ; enfin, il est souvent associé à la malachite qu'il moule. La forme des cristaux est a^1 (111) ou b^1 (110), à faces brillantes, mais creuses. J'ai observé aussi des lamelles, formées par le groupement à axes parallèles d'octaèdres, aplatis suivant a^1 . Enfin, des géodes de diopside sont remplies par des cristaux dendritiques (à faces courbes) d'argent, lâchement unis.

Madagascar. — L'argent natif ramuleux se trouve disséminé dans la barytine laminaire de filons distincts de ceux qui renferment l'or, dans les mines de l'Andavakoera.

MERCURE (T. II, p. 418).

Algérie. — *Constantine.* Un peu de mercure natif a été trouvé dans le gisement de cinabre du Ferdjioua (*Dussert, A. M.* XVII. 41. 1910).

OR (T. II, p. 418).

Des filons quartzeux (voir à mispickel) sont actuellement prospectés pour leur or : les suivants renferment de l'or visible.

Maine. — *Mayenne.* Des mouches d'or accompagnent le mispickel et la stibine dans le filon exploité de la Lucette en le Genest.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Kerforne a décrit (*C. R.* CL. 224. 1910), un filon de quartz en relation avec les pegmatites de Beslé renfermant, avec mispickel et pyrite, de l'or visible englobé dans le quartz et dans la muscovite.

Plateau Central. — *Cantal.* L'or a été signalé dans les alluvions de la Jordanne (vallée de Mandailles). Cet or a sans doute pour origine les trachytes miocènes pyriteux du fond de la vallée.

Ardèche. Lecoq a indiqué (*Époques géol.* I. 145) l'existence de l'or dans l'Erieux près de Beauchâtel.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Le gisement, cité p. 433, au détroit de Banges, s'écrit des Beauges ; en 1833, Héricart de Thury a vu (*B. S. G.* III. 229) cinq familles orpailant en aval des grottes de Cusy.

Afrique Occidentale. — *Guinée.* Des alluvions aurifères sont exploitées par dragage dans le Tinkisso, affluent du Niger, qui limite le Bouré au sud. De nombreux gisements sont prospectés dans le cercle de Siguiri ; le Bouré et le Siéké, sur la rive gauche du fleuve, sont les mieux connus. D'après M. Villiaume, les alluvions aurifères remplissent les dépressions de Miniadala (rive droite du Bakoy) ; dans la vallée du Nankoby, près de Kentinian, Sanoubougou et Balato ; dans la vallée de la Kéréta, près de Fatoya ; dans la vallée du Kobako (près de Kofoulani et de Famaya). On rencontre de petites pépites de quelques grammes peu roulées, mais l'or est d'ordinaire plus fin. Il est très fin dans les gisements en place, latérites schisteuses (voir plus haut, page 740) associées à des granites et à des diabases, parfois aurifères. Des filons aurifères auraient été trouvés à l'ouest à Sidikila.

Haut-Sénégal et Niger. Ce dernier gisement est voisin de ceux du Ouassoulou, se prolongeant au nord à la façon de ceux du Bouré et du Siéké, qui se poursuivent sur la rive gauche du Niger.

Fort loin à l'est (frontière de la *Gold Coast*), dans le Lobi, des filons de quartz et des alluvions aurifères ont été signalés (Kampti, Iridiaka, OuléOula, Linka), sans qu'on soit fixé sur leur valeur. Binger a cité à Limono, Samata, Doussi, Bangassi, Baparo et Poura des gisements aurifères, aujourd'hui abandonnés.

M. Arsandaux a décrit (*B. S. M.* XXVII. 81. 1904) les gisements du Bambouk ; les exploitations indigènes sont localisées entre les monts Tambaoura et la Falémé (Sadiola et Solla près du Khakhadian). Les schistes amphiboliques sont traversés par des microgranites à pyrite aurifère ; le tout est latéritisé. L'or, ainsi mis en liberté, a été entraîné jusqu'au niveau hydrostatique, zone d'enrichissement constante. Il est très fin, et renferme de 10 à 20 % d'argent (*électrum*).

Côte d'Ivoire. Des gisements sont prospectés dans l'Indénié, dans le Sanwi (Akrizy, Aboisso où l'or est accompagné de sylvanite, Ahinta, Maféré), dans le Comoë (N'Basso, Bébou, Aropo, Malassué, Congouessué, etc.), et dans le bas Baoulé (N'Zaakro près Toumodi, Kokumbo), [P. Combes (*B. S. G.* IX, 346. 1909) et renseignements de MM. Braly et Warinsky]. L'or se trouve dans les latérites, les alluvions, les filons ou amandes de quartz (avec pyrite, magnétite, galène, mispickel, etc.), et dans les schistes cristallins près du quartz.

A Takoua, dans la [*Gold Coast*] anglaise, il existe des conglomérats aurifères rappelant ceux du Witwatersrand, au Transvaal.

Laos. — Le Muséum a reçu de M. Hunebelle de l'or alluvionnaire provenant du Nam-Sang, affluent du Mékong.

Tonkin. — Certaines alluvions du Tonkin sont aurifères, notamment celles de Kim-Hi, de Ban-Vaï sur le Song-Bang-Giang, les alluvions stannifères de Tinh Tue. Un quartz aurifère a été trouvé à Pac-Boe et Cao-Phon, au sud de Cao-Bang (Dupouy, *op. cit.*).

Guyane. — M. Levat considère (*A. M.* XIII. 386. 1898) les filons de quartz aurifère, qui traversent les gneiss, comme en relation avec des diabases, contenant parfois elles-mêmes de l'or libre et de la pyrite aurifère. Les filons renferment souvent beaucoup de pyrite, du mispickel, de la stibine (Adieu-Vat), peut-être des tellures.

Madagascar. — J'ai réuni divers documents permettant de montrer la généralité (page 423), de la présence de l'or comme élément des schistes cristallins et des granites (*B.S.M.* XXIII. 243. 1900).

Dans le bassin de la Sahadinta (Haut Nosivolo), affluent du Mangoro, à 63 kilomètres N. E. d'Ambositra, l'or en grains ou en cristaux atteignant 0 gr. 3, est distribué irrégulièrement, avec pyrite, dans un gneiss à pyroxène, hornblende et biotite ; il se concentre à sa limite avec des veines parallèles, elles-mêmes aurifères, constituées par du

quartz et des feldspaths (échantillons réunis par MM. Mouneyres et Dabren). Dans la rivière Ravoravo, affluent de la Saka (province de Mananjary), l'or se rencontre dans des amandes de quartz et de feldspaths au milieu du gneiss. Fort curieux sont des micaschistes et des roches du ruisseau Beranozano au sud-ouest du village de Tsimivolovolo (50 km. N. E. d'Ankavandra), constituées par du disthène et de l'almandin et imprégnées d'or natif; on ne voit pas de pyrite, mais il est probable qu'il en a existé, car la roche est jaunie par de la limonite. Plus intéressants encore sont des cipolins à pyroxène, etc. dans lesquels l'or joue le rôle disséminé des silicates métamorphiques; ils proviennent des environs d'Ikalamavony dans la région de l'Imaina (60 km. au N. E. de Fianarantsoa).

D'autre part, voici, comme exemples, quelques nouvelles régions dans lesquelles des filons de quartz aurifère ont été observés, sans qu'aucun d'eux ait fait jusqu'ici l'objet de fructueuses exploitations.

Je dois à M. Elié un fragment mélangé à de la chalcosite; il provient d'un bloc (non en place) de quartz, renfermant de l'or visible, trouvé dans le Beando (district de Nosy Varika, province de Mananjary). Dans l'est encore, les bassins de l'Ampasary, du Sakaleony et des points situés plus au nord et plus au sud sont à signaler: des filons avec pyrite et chalcopyrite se trouvent dans le district de Beforona près du chemin de fer de Tamatave à Tananarive (bassin du Sakaleony) ¹.

Une région aurifère remarquable qui, d'octobre 1906 au 30 avril 1910, a fourni 3044 kgm. d'or, a été découverte dans le nord. Elle se présente dans des conditions fort différentes de celles des gisements précédents. Les renseignements suivants m'ont été fournis par les exploitants, MM. Grignon et Mortages; ils ont été complétés par l'étude des échantillons que je dois à leur obligeance. La région aurifère constituerait d'après M. Merle (*A. M.* XVII. 478. 1910) une bande de 100 km. de long, de 5 à 6 de large, allant de l'embouchure de la

1. D'après des renseignements qui me sont fournis par le Ministère des colonies au moment du tirage de cette feuille, les principaux filons signalés sont actuellement, dans la province de Mananjary, ceux de Beando, Bebasy, Mahavoky, Sahafandraona, Andravoravo, Ambakoana, Tsaramiadana, Sahamatrana, Anjaridaina, puis dans l'ouest ceux de Antsaily, Kiranomena, Andomaka, Analabé, Takodara, Ampitambé, Rafiatokana, et dans le centre, ceux d'Andranofito, Soavinarivo, Vahinambo, Antanifotsy, Arivonimamo, Itea, Tsinjavona.

Loky jusqu'au delà d'Ambakirano sur la rive droite de la Mahavavy, à partir de laquelle elle s'infléchit vers le sud, mais tous les gisements exploités (mines de l'Andavakoera) se trouvent dans la partie moyenne de cette bande sur environ 20 km. entre Ranomafana et le col d'Antangaina près Ambararata. Dans toutes les formations de cette région, constituée par des grès et des schistes triasiques plus ou moins métamorphisés, reposant vers le sud sur des schistes cristallins, se trouvent des filonnets réticulés ¹, ayant de quelques millimètres à 0 m. 50 d'épaisseur ; au lieu d'être constitués par du quartz compact, comme les autres filons de la Grande île, ils sont formés par des cristaux (terminés par $pe^{1/2}$) de quartz stérile, en groupes bacillaires, implantés sur les épontes et laissant entre eux des cavités : celles-ci sont parfois remplies par un agrégat miarolitique de petits cristaux de quartz moulé par de l'or libre, c'est là le minerai exploité : en certains points, ces cavités renferment un peu de blende aurifère, de chalcoppyrite, de galène argentifère et souvent dépourvue d'or. Dans certains filonnets et particulièrement dans ceux traversant les grès, il existe de la pyrite (de richesse variable, allant de quelques grammes à près d'un kgm. à la tonne). Enfin de la barytine lamellaire abonde aux affleurements et constitue peut-être une venue distincte : elle ne renferme de l'or que lorsqu'elle est accolée à la paroi des filons quartzeux. L'or est très inégalement réparti ; il forme des concentrations remarquables ; on a cité un bloc de 17 kgm., qui contenait 13 kgm. d'or.

Cet or, qui renferme de 25 à 27 % d'argent et qui est par suite un *electrum*, ² est toujours cristallisé et forme parfois des cristaux déterminables, des trapézoèdres a^3 (311), allongés suivant un axe ter-

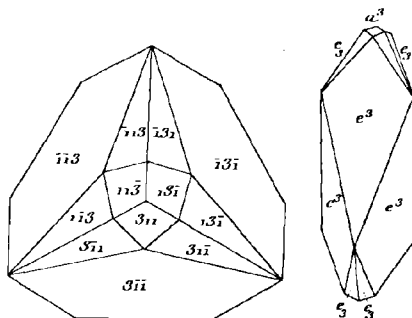


Fig. 1 et 2.

Or d'Andavakoera. Projection sur a^3 , avec notation cubique d'un trapézoèdre a^3 (311) (fig. 1), allongé suivant un axe ternaire et représenté par la figure 2 avec la notation rhomboédrique rapportée à un cube de 90° .

1. M. de Launay a émis dans une note présentée récemment à la Société géologique de France la possibilité de la liaison de cette venue filonienne avec des roches éruptives alcalines observées par M. Bordeaux. En outre, M. Chabert a vu à Andranomafana des filonnets aurifères traversant un filon basaltique.

2. Le rapport Au : Ag = 1 : 1 = 36 % ; 1, 5 : 1 = 26 % ; 2 : 1 = 21 %.

naire et identiques à ceux de l'Orégon décrits par M. Edw. G. Dana (*Am. J. of sc.* XXXII. 132. 1886. La figure 1 représente la projection de ces cristaux avec la notation cubique en symbole de Miller et la figure 2 leur aspect en perspective, avec la notation rapportée à un rhomboèdre de 90°). Trois faces correspondent au rhomboèdre $a^4(20\bar{2}5)$, dont l'angle culminant est de $129^\circ 31'$ (130° obs.), les 6 faces adjacentes à l'isoscéloèdre $e_3(22\bar{4}3)$, dont les angles sont de $129^\circ 31'$ ($129^\circ 10'$ obs.) et de $117^\circ 2'$ et enfin les 6 faces restantes au rhomboèdre aigu $e^3(40\bar{4}1)$ qui est la forme dominante, son angle est de $62^\circ 58'$ ($62^\circ 15'$ obs.). Ces cristaux aux faces brillantes, et creuses, sont souvent squelettiformes.

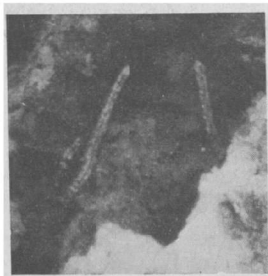


Fig. 3.
Cristallites d'or allongés suivant un axe ternaire dans géode quartzéuse d'Andavakoera.

Les cavités miarolitiques du quartz renferment des fils d'or, cha-pelets de petits cristaux, allongés suivant un axe ternaire et se terminant par des faces a^3 (fig. 3); à signaler aussi des plaques formées par la réunion de petits cristaux.

La forme autant que la composition de l'or de cette région diffère donc de celles de l'or des autres gisements de l'île.

Enfin, de nombreux gisements d'or alluvionnaire, exploités dans les restes de la colonie¹, sont à ajouter à ceux cités page 436. Cet or est généralement à haut titre.

Du *Betsiriry*, j'ai des échantillons peu roulés (Dabolava, Ankanongana) et de petits cristaux ($p a^4 b^1$).

1. A citer d'après des documents officiels : dans le nord, les bassins de la Loky et du Sambirano ; dans l'est, ceux du Sakaleony, du Fanantara, de la Saka, du Mananjary, de l'Iaraony, du Mangoro, de l'Iaroka, de l'Ivondrona et du Maningory. Dans le nord-ouest, la Mahajamba, la Betsiboka et l'Ikopa (région de Mevatanana) ; dans l'ouest (Betsiriry) les bassins de la Dabolava, de l'Ankotrofotsy, de l'Antsaily, du Moratehety, de la Kiranomena, de l'Ambohimihofo, de l'Androtrakely, de l'Andimaka, de l'Itondy, du Mahajilo, de la Sakeny et du Mankoky. Enfin dans le centre, la Sisaony, l'Onivé, la Sakay, le Kitsamby, la Mania, la Manandona, l'Andratsay, le haut Mananjara et le haut Mangoky, etc.

	Angles			Angles	
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.
$h^4h^{5/3}$	161°47'	161°48'	$h^4\varphi$	136°46'	136°49'
$h^4h^{7/3}$	117°46'	152°14'	h^4e^2	111°45'	111°40'
h^4h^3	146°39'	146°45'	h^4n	104°53'	105° 7'
h^4m	127°13'	127°23'	$h^4\sigma$	146°23'	146°42'
mg^4	142°47'	142°43'			
ph^4	113°55'	113°50'			

Nièvre. La mine de houille de la Machine fournit du réalgar fondu.

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Un fort beau gisement de réalgar fait actuellement l'objet de recherches à Duranus; ses conditions géologiques rappellent celles de l'orpiment de Luceram. Le réalgar y forme des masses grenues et quelquefois de longs cristaux dans de la calcite spathique.

Pyrénées. — *Ariège.* Au cours de l'exploitation de la mine de panabase de Lina, à 2 km. à l'est de la Chapelle Sainte-Croix en Alzen, on a rencontré un petit croiseur, renfermant des masses grenues de réalgar qui, d'après les renseignements que je dois à MM. Caltaux et Laurent, imprègnent aussi les schistes dévonien voisins.

Algérie. — Voir à *orpiment*.

Tunisie. — M. Odon m'a communiqué des croûtes de réalgar recouvrant un grès du Djebel Tabett-ben-Ksouri, à 3 km. sud de Ghardimaou.

ORPIMENT (T. II, p. 444).

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Je dois à M. Dollot des renseignements sur le gisement de Luceram, dont il est question page 445; il se trouve dans le ravin de la Rocanière et consiste en veines de calcite et d'orpiment de moins de 2 m. d'épaisseur, au contact du crétacé inférieur marneux et du sénonien: la collection du Muséum a acquis un bloc d'orpiment lamellaire de cette localité pesant une cinquantaine de kilogrammes.

Algérie. — *Constantine.* M. Mathieu m'a communiqué des échantillons d'orpiment lamellaire, concrétionné, formant une lentille de quelques milliers de tonnes au milieu des marnes éocènes du Douar Sfali, à 35 km. sud de Guelma, entre la route de Sedrata et l'oued Hamman Roumia ; cet orpiment est accompagné d'enduits de réalgar.

STIBINE (T. II, p. 447).

Maine. — *Mayenne.* Un filon important est exploité à la Lucette en Genest ; il traverse le silurien ; sa gangue est quartzeuse, le remplissage est constitué par de la stibine et du mispickel dominants, avec accessoirement de la blende mielleuse, de la pyrite et de l'or natif.

La stibine forme des masses lamelleuses et des groupes de cristaux de plusieurs décimètres de longueur, plus beaux encore que ceux de la Haute-Loire et rappelant ceux du Japon.

Normandie. — *Calvados.* Je dois à M. Guinchand la connaissance de filonnets de quelques centimètres d'épaisseur de stibine fibrolamellaire, trouvés au milieu des schistes précambriens de Trois-Monts ; ils sont riches en pyrite.

Plateau Central. — *Cantal.* Quelques gisements sont à ajouter à ceux que j'ai déjà cités page 452 : Mine du Cheylat près Talizat (jolis cristaux drusiques), Rézentières, Luzer en Sainte-Marie-le-Plain, Le Merial en La Chapelle-Saint-Laurent, Chalès et Vazerac en Massiac, etc.

Haute-Loire. Le filon Saint-Charles à Meysonnial en Mercœur a fourni aux affleurements une colonne riche (12 m. \times 0 m. 80) formée de stibine et de stibiconite. En profondeur, il est devenu stérile (quartz et barytine) et c'est dans cette partie qu'ont été trouvées, d'après les renseignements que je dois à M. Genton, la lassallite, la termiérîte et la kaolinite décrites plus haut.

Certains filons de la mine d'Ally (voir à *boulangérite*) contiennent de la stibine.

Guyane. — La stibine lamellaire accompagne l'or natif dans la mine d'Adieu-Vat.

Tonkin. — Lastibine est assez répandue dans cette colonie. Voici les gisements signalés par M. Dupouy (*op. cit.* 52), qui m'a communiqué une série d'échantillons : Lang-Huy (province de Quang-Yen) et Ha-Khoï (filons à gangue de quartz) ; près de Nguyen-Binh, avec calcite ; dans la province de Lang-Son, puis au nord-ouest de That-Khé. Cette stibine est fibrolamellaire.

Le même minéral est associé à la galène dans de nombreux gisements des provinces de Quang-Yen et de Lang-Son ; ainsi qu'à Dien-Bien-Phu ; à des minerais de cuivre dans la province de Bac-Giang ; à la blende près de An-Chau.

KERMÉSITE (T. II, p. 739).

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.*) la kermésite associée à la stibine aux environs de Tinh-Tuc (cercle de Nguyen-Binh).

MOLYBDÉNITE¹ (T. II, p. 61).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La stibine se rencontre dans le filon wolframifère de Montbelleux en Luitré.

Morbihan. Elle existe aussi, mais en très petite quantité, dans celui de la Villeder (M. Tronquoy).

Plateau Central. — *Charente.* Les filons de quartz traversant le granite de Chèz-Pauli, à Esse, contiennent le même minéral, d'après les échantillons que m'a communiqués M. Boreau.

Corrèze. La molybdénite a été trouvée en assez grande abondance dans une recherche récente effectuée sur le greisen stannifère de Meymac.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* La collection du Muséum a acquis un échantillon de granite de la Meije recouvert par de la molybdénite sur une surface de plus d'un décimètre de côté.

Nouvelle-Calédonie. — La molybdénite, dont il est question page 464, sans indication précise de gisement, provient de la Coulée ; le minéral se trouve dans un filon de quartz et dans le granite que traverse celui-ci.

1. Pour *bismuthinite*, voir plus haut, page 840.

Tonkin. — Dans le granite de la région stannifère de Tinh-Tuc.

3° *Dans des roches de contact.*

Vosges. — *Vosges.* Je citerai un type de gisement, que je n'ai pas étudié antérieurement. Il s'agit du contact d'un calcaire paléozoïque et d'un lamprophyre, à Raon-l'Étape; la molybdénite est associée à du grenat, du pyroxène, etc.

RHABDITE (T. II, p. 467).

Plateau Central. — *Allier.* M. Oswald a montré (*B. S. M.* XXXIII. 88. 1910) par l'examen métallographique et chimique de la rhabdite de Commentry, décrite à la page 467 du tome II, l'hétérogénéité de ce produit, dont la composition est la suivante :

Fe³P 43,35; P 0,90; Fe 52,60; FeS 1,15 = 100,00.

Le FeS est très attaquable par les acides dilués, le fer libre ou l'eutectique de fer et de P est très attaquable, mais moins rapidement que le FeS; enfin le Fe³P l'est peu à froid, davantage à chaud; sa couleur est plus sombre que celle du fer et il est moins malléable que celui-ci.

GALÈNE (T. II, p. 471).

Pyrénées. — Le gisement de l'échantillon de galène indiqué page 505, comme provenant de Bielsa, est peut-être l'ancienne mine de Bielle d'Ustou (*Ariège*) (versant droit de la vallée de Conflens), où Mussy a signalé un gîte de galène) (*Bull. Soc. ind. minér. Saint-Étienne*, X: 1864). A citer la mine de Sentein (avec blende).

Plateau Central. — *Aveyron.* Des cristaux cubiques de galène sublimée se trouvent dans les déblais des houillères embrasées au-dessus de Montet près Aubin et à Decazeville.

Plateau Central. — *Lozère.* De beaux cristaux (*a¹ p*), avec quartz et blende, se trouvent dans les mines de Flaviac.

Cévennes. — *Gard.* Des bélemnites du lias sont transformées en galène au voisinage du filon de Saint-Sauveur (quartier de Terre-Rouge).

Alpes. — *Isère.* La galène du filon de la Gardette, dont il est question page 494, constitue de beaux cristaux ($a^1 p$), quelquefois englobés dans la panabase, souvent elle-même en voie de transformation en cérusite.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Très intéressante au point de vue théorique est la galène, que j'ai rencontrée en mouches dans les syénites néphéliniques à aëgyrine de l'île de Rouma.

Madagascar. — Un gisement du même intérêt que le précédent se trouve dans les granites à riebeckite, riches en zircon d'Ampasibitika. Dans ces gisements, le sulfure de plomb est d'origine pneumatolitique; il remplit des vides miarolitiques.

La galène à grands clivages de 2 à 3 cm. de côté, peu argentifère et en général pas aurifère, se trouve dans les filons aurifères de l'Andavakoera.

Des calcaires gris jurassiques de Nosy bé renferment des veines de calcite spathique, contenant quelquefois des cristaux (pa^1) et des lames déformées de galène, associés à de la blende et à de la kaolinite.

Le gisement cité page 497, sans indication précise, se trouve aux environs d'Ambatofanghana (voir à panabase).

Algérie. — Pour les gisements de galène en général, voir Dussert *A. M. op. cit.*, 1910).

Constantine. Je dois à M. Sergère de beaux cristaux ($a^1 b^1$) de galène provenant de l'Oued-bou-Doucka près Collo.

Congo. — Des petites quantités de galène et de blende s'observent dans la chalcosite de Mindouli : la présence de ces minéraux explique celle de minéraux oxydés de plomb (cérusite, pyromorphite, wulfénite) et de zinc (willémitte, etc.), associés à la diopside dans les parties superficielles de cet intéressant gisement.

Tonkin. — M. Dupouy a décrit (*op. cit.* 438) un certain nombre de gisements plombifères contenant de la galène argentifère : Ngan-Son, Tong-Tinh, Ha-Quan, au nord de la province de Bac-Kan; la gangue quartzreuse contient en outre de la pyrite et de la blende. Lang-Met dans la même province; Chiem Hoa (province de Tuyen-Quang); Than-Moi (province de Lang-Son); Mo-Trang et Lang-Hit (province de Thai-Nguyen); Lang-Chea près An-Chau (province de Quang-Yen); Lao-Kay; Yen-Luong (province de Hoa-Binh), etc.

CHALCOSITE (T. II, p. 512).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* J'ai signalé (*B.S.M.* XXXII. 334. 1909) l'existence de monnaies romaines transformées en chalcosite dans la source thermale de Grisy en Saint-Symphorien-de-Marmagne.

Corbières. — *Hérault.* Des blocs roulés de chalcosite, imprégnés de malachite, ont été trouvés dans le ruisseau de Notre-Dame-de-Congras, à Carlinas près Pézenas.

Tunisie. — Voir à *covellite*.

Corse. — M. de Romeu m'a communiqué une chalcosite compacte trouvée dans des grès de l'île sans indication plus précise.

Algérie. — *Oran.* La chalcosite, parfois accompagnée de cuprite, de malachite et de chessylite, imprègne des grès aptiens dans les monts de Ksour, à l'ouest d'Aïn Sefra.

Congo. — Le principal minéral non oxydé des mines du bassin du Niari et particulièrement de Mindouli (voir dans ce volume, page 730) est une chalcosite compacte, dépourvue de cristaux, souvent homogène en très grandes masses; sa richesse en argent atteint 2 kg. 8 à la tonne, avec une teneur notable en or. Elle se transforme localement en covellite; elle est accompagnée d'un peu de chalcopyrite, de galène et de blende.

Elle ne se trouve pas simplement en grandes masses, elle forme aussi des veinules, parfois extrêmement fines, dans des calcaires compacts ou bien elle les imprègne plus ou moins complètement.

Madagascar. — Je dois à M. Elié une belle chalcosite lamellaire enduite de covellite, associée à l'or natif dans un bloc de quartz d'une dizaine de mètres cubes, trouvé dans le lit du Beando, dans le district de Nosy Varika.

Tonkin. — Dans les gisements cuprifères de la Rivière Noire, la chalcosite se rencontre, seule ou associée à l'érubescite.

OLDHAMITE¹

CaS

Cubique.

Facies. Forme des grains sans contours géométriquement définis.

Clivages. Clivages faciles suivant p (100).

Dureté. 4.

Densité. 2,58.

Coloration et éclat. Brun, brun rosâtre en lames minces.

Propriétés optiques. Isotrope.

Composition chimique. La formule CaS correspond à la composition suivante :

Ca.....	55,5
S.....	44,5
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	100,0

Essais pyrognostiques. Soluble dans les acides, avec dégagement d'hydrogène sulfuré et dépôt de soufre.

Altérations. Ce minéral très altérable se transforme en gypse par hydratation.

Diagnostic. Dans les lames minces, l'oldhamite rappelle la pérowskite, mais elle est moins réfringente, toujours monoréfringente et se dissout dans les acides avec dégagement de H²S.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'oldhamite n'est connue que dans les météorites essentiellement constituées par des pyroxènes rhombiques. Son extrême altérabilité explique pourquoi elle n'a jamais été rencontrée dans les roches terrestres.

Je l'ai observée en grains microscopiques dans la météorite des Aubres (*Drôme*) (14 septembre 1836), qui est uniquement constituée par de l'enstatite grenue à structure cataclastique. L'échantillon, que j'ai examiné, m'a été obligeamment communiqué par M. Fletcher, directeur du British Museum.

1. A placer dans la systématique, avant la *blende*, t. II, p. 521.

BLENDE (T. II, p. 320).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La mine de la Touche renferme de la blende, formant avec galène des associations du type de la figure 13.

Ardenne. — *Ardennes*. Des cristaux noirs de blende se trouvent dans les septarias des marnes charmouthiennes de Wadelincourt.

Jura. — *Doubs*. Des cristaux de blende accompagnent la pyrite, la calcite, et la dolomite dans les géodes du calcaire à polypiers des carrières des Montboucons près Besançon.

Plateau Central. — *Ardèche*. Les marnes irisées de Seyres près les Vans renferment des nodules de quartz ou de calcédoine, parfois remplis de blende.

Lozère. De beaux cristaux bruns accompagnent la galène dans les géodes de quartz des mines de Flaviac.

Cévennes. — *Gard*. De la blende fibreuse se trouve dans les gisements calaminaires des environs de Durfort.

Puy-de-Dôme. J'ai observé des cristaux jaunes, transparents, de blende, associés à la barytine et au quartz de Saint-Gervais d'Auvergne.

Alpes. — De beaux cristaux transparents de blende, d'un rouge rubis, tapissent parfois, avec quartz et dolomite, les fentes des schistes houillers de Psychagnard.

Hautes-Alpes. Des recherches récentes ont fait trouver à Bréziers des filonnets de blende blonde lamellaire à gangue calcaire.

Algérie. — *Constantine*. Je dois à M. Sergère de fort beaux cristaux, atteignant 5 cm., de blende noire associés à des cristaux de quartz, à de la pyrite et à de la chalcopryrite, et provenant de l'Oued-bou-Doucka près Collo, a^1 et b^1 dominant ; ces cristaux peuvent rivaliser avec ceux de Hongrie.

M. Braly vient de me remettre de magnifiques cristaux (plus de 1 cm.) de blende noire (10,6 % de fer), très éclatants, du type de ceux représentés par la fig. 20 de la page 537 du tome II, avec en outre de petites facettes a^1 : les deux tétraèdres sont également brillants. Ces cristaux sont recouverts de cristaux de quartz hyalin.

Congo. — La blende, mélangée à la galène, se trouve en petite quantité mélangée à la chalcosite de Mindouli (voir plus haut, page 840).

Madagascar. — Les calcaires jurassiques de la côte nord-ouest renferment de petits nids, des cristaux et des veinules à gangue calcaire de blende jaune de miel ou brunâtre. Je dois à M. Villiaume des cristaux (*b*¹ dominant) de 3 cm., recueillis dans les mêmes conditions à Maromandia (rive droite de l'Aranomalaza) près du Port Radama, puis d'autres provenant des environs d'Ankaramy. Le gisement d'Ankalampobé, au nord-est de Nosy bé, est à signaler, à cause de l'association de la blende à la galène et à la kaolinite.

De la blende jaune de miel à grands clivages, renfermant jusqu'à 2 kg. d'or à la tonne, se rencontre dans les filons aurifères de l'Andavakoera.

Tonkin. — La blende est abondante au Tonkin, où elle se présente très souvent sous forme de masses clivables, quelquefois d'un jaunepaille, M. Dupouy l'a signalée (*op. cit.* 76) en particulier dans les gisements suivants, où elle est toujours plus ou moins accompagnée de smithsonite : Lang-Chea (province de Quang-Yen), avec panabase, dans une gangue de quartz, les macles polysynthétiques suivant *b*¹ sont fréquentes ; Than-Moï (province de Lang-Son), belles variétés translucides d'un jaune de miel, avec galène, calamine, sidérite, smithsonite ; Lang-Nath (province de Bac-Giang), quelquefois cristaux d'un jaune verdâtre dans dolomie ; Lang-Hit et divers autres gisements de la province de Thaï-Nguyen ; Phong-To (territoire de Lao-Kay), belle blende d'un brun clair à grandes lames, avec pyrite, panabase, etc. ; Nguyen-Binh (mine Ganymède) dans le territoire de Cao-Bang ; la blende est mélangée à de la galène, de la pyrite, du mispickel ; ce gisement contient aussi de la cassitérite et du wolfram.

GREENOCKITE (T. II, p. 543).

Voici quelques nouveaux gisements de greenockite pulvérulente, provenant de la décomposition de la blende cadmifère.

Plateau Central. — *Lozère.* Saint-Sauveur près les Moulins et filon des Trois-Chemins à Meyrueis.

Bourgogne. — *Yonne.* Dans rognons de galène et de blende des calcaires à gryphées de Saint-André en Terre-Pleine près Avallon

Pyrénées. — *Ariège*. Sentein.

Tonkin. — Dans smithsonite épigénisant blende à Than-Moi.

CINABRE (T. II, p. 547).

Corse. — J'ai cité page 550, d'après Nöggerath, un gisement de cinabre à Balagna en Occhia, c'est Occhiatana qu'il faut lire.

Algérie. — De nombreux gisements pourraient être ajoutés à ceux énumérés page 552. Le cinabre est toujours associé à des minerais de plomb et de zinc, sans jamais se trouver en cristaux distincts, ni en masses à elles seules exploitables d'une façon rémunératrice.

Je citerai seulement les gisements de Ras-el-Ma (veinules à gangue calcaire dans grès éocènes, avec mouches de galène et de stibine) et l'Est de Souala au N.-O. de Clairfontaine (veinules à ciment de calcite avec beaucoup de blende et de smithsonite, de la galène, etc).

Tonkin. — M. Dupouy a donné au Muséum (*op. cit.*) un bel échantillon de cinabre en lames cristallines translucides, provenant de la région ouest de Ha-Giang près de Kao-Loc, dans le secteur de Quang-Ba. Le cinabre est mélangé de quartz dans un calcaire dolomitique. Un autre gisement voisin se trouve à Na-Cho-Caï.

COVELLITE (T. II, p. 552).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La covellite est un produit d'altération fréquent de la chalcopryrite du filon de wolfram de Montbelleux en Luitré.

Plateau Central. — *Aveyron*. Les mines de Corbières ont fourni de petites masses clivables d'un beau bleu de covellite.

Saône-et-Loire. Ce minéral se trouve en masses, épigénisant sans doute de la chalcopryrite dans la roche à diaspore et svanbergite du filon de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

Madagascar. — Je dois à M. Odon de jolies lames hexagonales enchevêtrées de covellite bleue, englobées dans du gypse et provenant

du Djebel Chouchia, où ce minéral est accompagné de chalcopyrite, de pyrite, de cuivre natif et de chessylite.

2° *Dans les produits cuivreux immergés.*

Tunisie. — Dans des sondages effectués à Madhia pour la fouille d'un antique navire romain, immergé par 40 mètres de fond, dont il sera question à l'article *cotunnite*, on a trouvé encore adhérents à des débris de bois de longs clous, jadis constitués par du cuivre et aujourd'hui entièrement sulfurés.

Dans tous les échantillons que j'ai étudiés (*C. R. CLI. 276. 1910*) grâce à l'obligeance de M. Merlin, la transformation est totale. Les objets ont une structure zonaire, indiquant que l'épigénie a été progressive, allant de l'extérieur à l'intérieur ; par places, la covellite enveloppe du bois. Le minéral est d'un bleu-indigo, à éclat métallique, il possède un clivage facile, un aspect gras. Dans le tube fermé, il donne un sublimé de soufre.

M. Arsандаux a bien voulu faire l'analyse suivante : S 25,6 ; Cu 72,8 ; insol. 2,4. Cette composition montre que la covellite est mélangée de chalcosite ; ce dernier minéral est celui qui se forme d'ordinaire, dans des conditions analogues.

Cette observation est très intéressante, en ce qu'elle prouve d'une façon indubitable que les transformations d'objets de cuivre en sulfures, observées si souvent dans les sources thermales, se sont produites sans intervention d'hydrogène sulfuré d'origine profonde.

MILLÉRITE (T. II, p. 554).

Vosges. — *Alsace.* Des bouquets d'aiguilles de millérite accompagnent la linnéite des filons de la mine Saint-Sylvestre, à Urbeis, décrite plus loin page 870.

PYRRHOTITE (T. II, p. 554).

Pyénées. — *Basses-Pyrénées.* La pyrrhotite se trouve dans des veinules de calcite traversant le calcaire de la carrière de Rioumaou.

Val d'Aran. — Le pyrrhotite grenue se trouve à la mine de Beausin près le Pont-du-Roi.

Ariège. J'ai recueilli des nodules de pyrrhotite pesant plusieurs kilogrammes dans le talc de Trimounts en Lordat.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les mines de galène de Tauves ont fourni des prismes hexagonaux aplatis de pyrrhotite, atteignant 1 cm. de diamètre ; ils sont transformés en pyrite grenue ou en marcasite associées à de la galène, disposée en lits parallèles à la base de la pyrrhotite et présentant parfois un clivage *p*, parallèle à celle-ci.

Alpes. — *Isère.* M. Hoh m'a communiqué un prisme hexagonal de pyrrhotite, mesurant 0,4 cm. $\bar{3}$ suivant l'axe vertical, engagé dans le quartz d'un filonnet, qui traverse une aplitite du Puy en Saint-Christophe en Oisans.

Madagascar. — La pyrrhotite abonde dans les gneiss, dans les cipolins de l'île ; elle forme notamment des masses assez grosses englobant des cristaux de pyrite dans le gneiss du tunnel de Koma (voir à *pyrite*).

PYRITE (T. II, p. 572 ¹).

Pyénées. — *Basses-Pyrénées.* Beaux cristaux, $\frac{1}{2} b^2$, avec dolomite, à Aspeigt près Bielle.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Petits cristaux cubiques dans les schistes paléozoïques près du filon aurifère de Beslé.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Cristaux, pa^4 , dans le filon de mispickel de Taillefer près Tortebeisse.

Saône-et-Loire. Le filon de mispickel de Saint-Prix renferme en profondeur de grandes masses de pyrite, contenant des cristaux (pa^4) de 1 cm., remarquables par l'éclat de leurs faces.

Le filon de Chizeuil, près Chalmoux, est formé en profondeur par de la pyrite à gangue quartzeuse ; elle est transformée aux affleurements en limonite, qui renferme les beaux cristaux de barytine décrits plus haut. Cette pyrite est grenue : elle renferme çà et là de gros cristaux cubiques enchevêtrés, d'un jaune verdâtre, des mouches ou des nodules d'érubescite, de chalcopryrite, de panabase, souvent transformées en covellite. Les roches riches en pyrophyllite, diaspore,

1. A ajouter à cette page après : Cubique, parahémiédrique.

chizeuilite, svanbergite, contiennent la pyrite sous une autre forme, en cristaux striés $1/2 b^2$ d'un jaune éclatant.

Vosges. — *Haute-Saône.* Un filon puissant de pyrite a été observé au Haut du Thème, près Servance, il renferme des cristaux cubiques, striés, enchevêtrés, supportant des cristaux lenticulaires d'hématite. M. Haag m'a remis, comme ayant été trouvé dans un champ voisin, un cristal isolé de 3 cm. 5 de diamètre présentant la combinaison $1/2 b^2 a^4 1/2 s$, qui rappelle celle de certains cristaux de l'île d'Elbe.

Alpes. — *Savoie.* Les calcaires de Giez près Faverges renferment des globules de pyrite, à surface lisse, simulant des cailloux roulés.

M. Struever, dans une note (*Att. Acc. Torino* VI. 1871), qui m'a échappé autrefois, a décrit de petits cristaux de pyrite de Pesey, présentant la combinaison $p, a^4, 1/2 b^2, 1/2 b^{4/3}, 1/2 b^{12/7} [\pi (12.7.0)], 1/2 s, a^2 a^{1/2} [1/2 b^2 1/2 b^{12/7} = 176^{\circ}19']$.

J'ai observé des cristaux, $1/2 b^2$, englobés dans un calcschiste des environs du Bourg-d'Oisans.

De gros cristaux, $1/2 b^2$, sont associés à la galène géodique de la mine de la Gardette (galerie Héricart de Thury).

Maures. — *Var.* Beaux cristaux $1/2 b^2$, dans le gypse de Cogolin.

Algérie. — *Oran.* Je dois à M. Trapet des cristaux, $1/2 b^2$, avec macle de Lurdé (fig. 43), de la grosseur d'un pois, provenant du trias de Djelfa (Rang-el-Melah) et d'Aïn Ourka près Aïn Sefra.

Constantine. Cristaux du même genre au Djebel-Amar-Kadou. Le gisement ferrifère (hématite) du Djebel Filfila, près Philippeville, contient de magnifiques cristaux de pyrite, parfois englobés dans du quartz et atteignant quelques centimètres; ils sont généralement transformés en limonite. Les formes dominantes sont soit a^4 , soit $1/2 b^2$; j'ai observé un cristal du type de la figure 57 (p. 625).

Madagascar. — Des cubes de pyrite se trouvent dans les nodules calcaires argileux des lignites de la baie d'Ampasindava; des échantillons du même genre abondent dans les formations sédimentaires du bassin de la Betahitra (côte nord-est). Des cubes de plusieurs centimètres d'arête, entourés de pyrrhotite, ont été rencontrés dans le gneiss, traversé par le tunnel de Koma, sur la ligne de Tananarive à Tamatave.

M. Dabren m'a remis un cube isolé de 4 cm. d'arête, provenant des environs de Mevatanana, sans indication de nature de gisement.

La pyrite très aurifère se trouve dans les filons d'Andavakoera.

Nouvelle-Calédonie. — Gros cristaux, pa^4 enchevêtrés dans des schistes noirs.

Tonkin. — M. Dupouy a rapporté de nombreux cristaux (*op. cit.* p. 97) de pyrite provenant de schistes anciens; $^{1/2} b^2$ est très rare (Nguyen-Binh); le cube est presque constant, variant de quelques fractions de millimètre à 2 cm., mais avec généralement les mêmes dimensions dans un gisement donné (Cho-Moi, Lao-Kay, An-Chau, Vinh-Yen). Ces cristaux sont souvent hydroxydés et parfois déformés (Vinh-Yen): ils se concentrent dans des alluvions.

Guyane. — Des amas de pyrite aurifère souvent importants se trouvent dans les filons quartzeux, notamment au placer Eldorado (Bassin du Sinnamary).

MARCASITE (T. II, p. 641).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* L'échantillon représenté par la figure 14 de la page 650 provient non pas des Thélots, mais de Margenne près Autun.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* Des rognons de marcasite à fibres très serrées ont été trouvés à la mine de la Touche en Vieux-Vy.

SMALTITE (T. II, p. 629).

Congo. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 249. 1908) que M. Lucas m'a remis un bloc de smaltite, à gangue de calcite, de Mindouli.

CHLOANTHITE (T. II, p. 632).

Alpes. — *Hautes-Alpes.* M. Thénaud vient de me remettre une petite masse de chloanthite englobée dans du quartz, et provenant du filon de Bréziers qui a fourni de l'annabergite aux affleurements.

MISPICKEL (T. II, p. 663).

On a vu plus haut que depuis peu des recherches très actives sont faites en France pour la recherche de gisements aurifères, et le plus généralement sur des affleurements de filons de mispickel. Je citerai

ceux dont j'ai vu des échantillons; la liste de ces gisements pourrait être beaucoup augmentée, mais cela serait sans intérêt, ce mispickel étant en général dépourvu de formes géométriques.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. Des mouches et de petits amas de mispickel ont été signalés par M. Kerforne dans les filons de quartz de la butte de Couësme près Rennes (*Bull. soc. sc. méd. ouest* XII. 200. 1903). Ce minéral abonde aussi dans le filon de wolfram de Montbelleux en Luitré, et au Tertre en Dompierre-du-Chemin.

Loire-Inférieure. De petits cristaux de mispickel de 1 à 2 mm. (*m p*, ou un dôme extrêmement obtus), très aplatis suivant la base, se rencontrent dans le filon de quartz à or visible de Beslé.

Le cristal représenté par la figure 1 de la page 665 provient non de Barbin, mais des bords du ruisseau de Gesvres près La Jonnalière.

Maine et Anjou. — *Mayenne*. Les filons aurifères, à gangue quartzeuse, exploités à la Lucette en le Genest ont un remplissage de stibine, de mispickel, avec quelquefois or libre et mouches de blende. Les cristaux de mispickel sont petits, mais fort nets; ils présentent les formes $m e^4 e^2$, avec grand allongement suivant l'axe vertical (*Michel, B. S. M.* XXVII. 79. 1904); ils sont très aurifères.

Maine-et-Loire. Les filons de Saint-Pierre-Montlimart, dont il est question page 667, sont actuellement exploités pour or à la mine de la Bellière.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Un filon de mispickel se trouve près des contacts granitiques du pic d'Arbizon.

Corbières — *Aude*. Des filons sont exploités à Terrisse près Mas-Cabardès : cette mine a fourni de beaux échantillons d'allophane.

Je dois à M. Braly de magnifiques échantillons de mispickel provenant de Villardonnell. Des cristaux atteignant 2 cm. (*m p*, à faces striées par suite de l'existence d'un clinodôme très obtus) sont distribués dans un schiste micacé, au voisinage d'un filon, qui fournit des masses cavernueuses constituées par un mélange de quartz, de pyrite et de mispickel très altérable du type de la figure 7, page 670.

Cévennes. — *Gard et Ardèche*. Les conglomérats du bassin de Grand Combe renferment des blocs de mispickel (avec un peu de panabase); c'est dans la présence de ce minéral qu'il faut rechercher l'origine

de l'or de ces conglomérats ; je dois à M. Villiaume un échantillon venant de Bulidor (*Ardèche*).

Haute-Loire. A citer un filon à Espeluche.

Plateau Central. — *Cantal.* Un filon de mispickel aurifère se trouve sur le revers S. E. du Cézalier à Molèdes et Vèze. Un autre est exploité près de Chaudesaigues.

Creuse. Une exploitation aurifère est ouverte au Châtelet, près Evaux, sur du quartz, coloré en noir par des cristaux microscopiques de mispickel aurifère.

Corrèze. Un filon de mispickel affleure dans le cimetière de Cornil.

Puy-de-Dôme. A citer les filons de la Bessette près Larodde, de Boutaresse en Saint-Alyre-ès-Montagne, de Vins-Haut, de Parrot, etc.

Un filon de microgranite de Cher en Echandelys renferme à l'état disséminé des cristaux de pyrite et de mispickel, qui disparaissent par altération et sont remplacés par de petits cristaux de pharmacosidérite.

Vosges. — [*Alsace.*] La rammelsbergite et l'arsenic natif de Sainte-Marie-aux-Mines sont associés à un mispickel un peu cobaltifère, en petits cristaux peu distincts (sans doute *m e*¹).

Alpes. — *Isère.* Des cristaux, allongés suivant l'axe *c*, accompagnent la blende et la galène à la mine de la Poype près Vienne.

Hautes-Alpes. De petits cristaux de mispickel se trouvent dans l'aplite du Peyroux d'Amont près La Grave.

Corse. — La collection du Muséum possède un échantillon de mispickel grenu, accompagné de quartz et provenant de Belgodere.

Tonkin. — Le mispickel se rencontre assez fréquemment en petites quantités dans divers minerais métalliques de cette colonie.

M. Dupouy l'a cité notamment (*op. cit.* 98) dans un filon quartzeux du nord de Bac-Kan ; dans le gîte Ganymède au pied du Pia-Ouac, près des gisements stannifères de Tinh-Tuc, dont le greisen en renferme aussi, enfin dans un micaschiste de la Rivière Noire.

Nouvelle-Calédonie. — J'ai rencontré de jolis cristaux (*pm*) de mispickel de 2 mm., associés à la pyrrhotite, à la chalcopryrite, à la blende et à la galène de Kalaa (Gomen).

Guyane. — Du mispickel a été observé dans les filons quartzeux aurifères. (Levat, *A. M.* XIII. 386. 1898).

RAMMELSBERGITE¹

Orthorhombique : $mm = 123$ à 124° .

Formes et facies. La rammelsbergite se trouve en cristaux peu distincts, rappelant ceux du mispickel ; plus souvent, elle constitue des masses grenues, concrétionnées ou fibreuses.

Clivages. Clivages m (110). Cassure inégale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 6,9 à 7,2.

Coloration et éclat. Blanc d'étain, avec teinte rougeâtre. Poussière d'un gris noir. Éclat métallique.

Composition chimique. Comme chloantite, page 633 du tome II. Une partie du nickel peut être aussi remplacée par du fer. M. Dürr a décrit (*Die Miner. der Markircher Erzgänge, Strassburg, 1907*) un minéral ayant la composition suivante : As 66,84 ; Fe 19,48 ; Ni 11,09 ; Co 1,72 = 99,13 ; cette substance est par conséquent qualitativement intermédiaire entre la rammelsbergite et la löllingite, mais sa formule $\text{Fe}^{44}\text{Ni}^6\text{CoAs}^{34}$, présente un déficit en arsenic sur la formule théorique $(\text{Ni,Fe})\text{As}^2$. Le minéral ne formant pas de cristaux distincts, peut-être s'agit-il là d'un mélange de rammelsbergite et de leucopyrite (Fe^3As^4) ou d'une combinaison nickélique analogue. Dans cette hypothèse, la composition donnée plus haut se rapproche de la formule $9\text{RAs}^2 + 3\text{R}^3\text{As}^4$.

Essais pyrognostiques. Comme chloanthite.

Diagnostic. Se distingue de la chloanthite par sa forme, ses clivages, et par sa densité plus grande.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. M. Dürr a publié l'analyse donnée plus haut, faite sur de curieux échantillons, trouvés récemment à la mine Gabe Gottes, à Sainte-Marie-aux-Mines. Ils forment, au milieu de l'arsenic natif, des dendrites et des agrégats de petits nodules fibreux, ayant individuellement 1 cm. de diamètre. Ce minéral est associé au mis-

1. A placer dans la systématique après *mispickel*, t. II, page 672. La *safflorite* est le type cobaltifère correspondant à la rammelsbergite.

pickel dans un filon de quartz et de dolomite. J'ai pu en examiner quelques bons échantillons, grâce à l'obligeance de MM. Bourgeois et Dürr.

LAUTITE

CuAsS

Monoclinique ?

Facies. Masses compactes ou fibreuses. Si le minéral est monoclinique, l'allongement a lieu suivant l'axe *b*.

Clivages. Il existe trois clivages, compris dans la même zone ; d'après M. Dürr, l'un est parfait (*a*), les deux autres, (*b*) et (*c*), sont inégalement faciles. $a\ b = 63^{\circ}39'$; $b\ c = 162^{\circ}20'$; $c\ a = 134^{\circ}2'$.

Dureté. 3 à 3,5. Fragile.

Densité. 4,53 (Sainte-Marie-aux-Mines).

Coloration et éclat. Gris d'acier avec teinte rougeâtre. Poussière noire. Éclat métallique.

Composition chimique. La formule CuAsS correspond à la composition *a*.

b) analyse de la lautite de Sainte-Marie-aux-Mines, par M. L. Dürr. (*op. cit.*).

	<i>a</i>	<i>b</i>
As.....	44,01	44,53
S.....	18,78	18,30
Cu.....	37,21	37,07
	100,00	99,90

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite, donne un sublimé d'arsenic et de sulfure d'arsenic. Par grillage, se transforme en une masse cristalline à éclat métallique. Soluble dans les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace.*] La lautite n'était connue jusqu'à présent qu'à Marienberg en Saxe. M. L. Dürr l'a trouvée (*Mitt. geol. Landesanst. Elsass-Lothr.* VI. 249. 1906) parmi des minéraux provenant d'une récente exploitation de la mine de Gabe Gottes dans le Raenthal, près Sainte-Marie-aux-Mines. Elle se rencontre dans un

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne un sublimé d'acide tellureux, fusible au chalumeau en gouttes transparentes.

Au chalumeau, sur le charbon, fond en un globule gris, entouré d'un enduit blanc, qui se volatilise en colorant la flamme en vert bleu.

Soluble dans l'eau régale; la solution, évaporée à sec et reprise par l'eau, laisse du chlorure d'argent insoluble et donne, par addition de chlorure de sodium, des octaèdres d'un jaune d'or de chlorotellurite de césium, ayant l'aspect du chloroplatinate de potassium.

Diagnostic. Par sa couleur et par sa structure lamelleuse, la sylvanite pourrait être confondue avec la bismuthinite ou la stibine, bien que sa teinte un peu jaunâtre soit assez caractéristique; elle se distingue aisément de ces minéraux par ses réactions pyrognostiques et microchimiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La sylvanite est un minéral caractéristique de certains gisements aurifères.

Afrique Occidentale. — *Côte d'Ivoire.* La sylvanite paraît assez répandue dans les filons aurifères de la Côte d'Ivoire; elle ne s'y trouve qu'en petite quantité et généralement très enchevêtrée avec l'or natif.

J'en ai vu provenant du Sanwi; le meilleur échantillon examiné et sur lequel le clivage facile est très net, provient d'Aboisso et m'a été remis par M. Braly.

Gisement incertain.

Guyane. — L'existence de tellurures d'or dans cette colonie a été signalée par divers ingénieurs, et notamment par M. Levat (*A. M.* XIII. 386. 1898), mais sans aucune précision sur l'espèce minérale rencontrée.

J'ai reçu comme tels d'assez nombreux échantillons, notamment de la mine Adieu-Vat. Le minéral blanc d'argent examiné a toujours été de la stibine lamelleuse. Elle est intimement mélangée avec l'or natif.

SULFOSELS

ÉRUBESCITE (T. II, p. 674).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Des recherches, faites près d'Accous, ont fait découvrir un petit gîte d'érubescite, qui contient des masses fibreuses de trémolite.

Plateau Central. — *Tarn.* J'ai examiné récemment un échantillon d'érubescite compacte, provenant d'Alban-le-Fraisse.

Saône-et-Loire. Des nodules d'érubescite très fragiles se trouvent dans des filons de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

Tonkin. — L'érubescite est le minerai principal de cuivre du bassin de la Rivière Noire, où elle paraît accompagner des roches vertes. Elle est associée à de la chalcosite et parfois à un peu de chalcopyrite, à de la malachite, etc. Le gisement le plus important se trouve près de Van-Sai entre Van-Bu et Van Yen (Dupouy, *op. cit.*, 124).

Madagascar. — Un gisement important d'érubescite se trouve à Ambatofangehana; il a fourni de très beaux échantillons (voir à *malachite*).

CHALCOPYRITE (T. II, p. 678).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Des nodules de chalcopyrite se trouvent comme accident minéralogique au milieu du marbre campan de la carrière de Payolle.

Alpes. — *Basses-Alpes.* Des cristaux magnifiques de chalcopyrite ont été rencontrés dans le filon de quartz aurifère de la Gardette; ce sont des sphénoèdres, très striés (fig. 1), atteignant 8 cm. de plus grande dimension. Ils sont implantés sur le quartz ou englobent celui-ci.

Isère. Le filon de la Bréole renferme de la chalcopyrite à gangue quartzreuse; j'ai décrit (*B.S.M.* XXXI. 353. 1908) de curieux échantillons, que je dois à M. Thénaud; ils consistent en *rhombo dodécaèdres*,

atteignant 3 cm. ; leur composition est celle de la chalcopryrite : 34 % de Cu et 30 de Fe. La densité est de 4,1. Il ne s'agit donc pas de *cubanite* ; est-ce une pseudomorphose ou un cas de dimorphisme de la chalcopryrite ?

Vosges. — [*Alsace*]. La chalcopryrite se rencontre à la mine de Saint-Sylvestre à Urbeis, accompagnant la galène, la blende et la panabase argentifère ; les gros cristaux, atteignant 1 cm., doivent à une structure polysynthétique l'imperfection de leurs formes, parmi lesquelles domine $a^{1/2}$ (201).

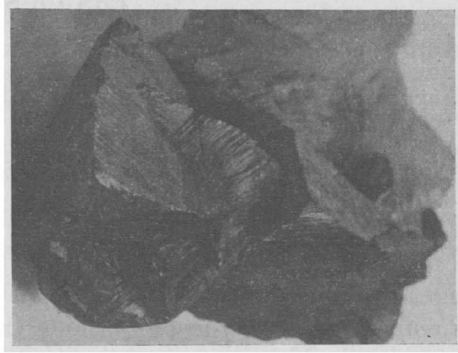


Fig. 1.
Sphénoèdres de chalcopryrite de la Gardette (Photographie un peu réduite.)

De petits cristaux ne dépassant pas 2 mm. 5, implantés sur dolomite, sont très riches en formes, parmi lesquelles M. Ungemach a observé (voir à *panabase*) les suivantes $+ \frac{1}{2} b^{1/2}$, h^1 , $-\frac{1}{2} b^{1/4}$ [x (221)], $+\frac{1}{2} b^{4/5}$ [x (558)], $+\frac{1}{2} b^{9/4}$ [x (229)] ; $a^{3/11}$ (11.0.3), $a^{1/2}$ (201), $a^{4/7}$ (704), $a^{2/3}$ (302), $a^{20/31}$ (31.0.20), $a^{7/9}$ (907), $a^{4/5}$ (504), a^1 (101), $a^{3/2}$ (203) ; les cristaux présentent des facies variés, suivant que ce sont $b^{1/2}$, $a^{1/2}$ ou $a^{4/5}$ qui dominent.

M. Dürr a signalé (*op. cit.* 29) à Sainte-Marie-aux-Mines quelques formes, que je n'ai pas indiquées page 685 ; ce sont : p (001), $a^{1/2}$ (201), $a^{2/3}$ (302), associées à $\pm b^{1/2}$ dans des cristaux riches en macles polysynthétiques.

Tonkin. — La chalcopryrite est assez fréquente au Tonkin (Dupouy *op. cit.* 125) ; elle accompagne l'érubescite à Van-Sai, la panabase dans des gîtes de la province de Bac-Giang et de Quang-Yen, etc. Elle se trouve en outre comme minéral accessoire dans quelques gîtes de galène (Bac-Kan), de blende (Lang-Chea), etc.

LINNÉITE¹

Cubique.

Formes observées et macles. La forme dominante consiste en octaèdres a^4 (411), présentant parfois la macle du spinelle.

Clivages. Clivages cubiques imparfaits.

Dureté. 3,5.

Densité. 4,8 à 5.

Coloration et éclat. Gris d'acier; se ternissant à l'air en devenant rougeâtre. Poussière gris noir. Éclat métallique.

Composition chimique. La formule $\text{CoS} \cdot \text{Co}^2\text{S}^3$ correspond à la composition suivante, une partie du cobalt étant toujours remplacée par du fer et surtout du nickel (*siegénite*).

S.....	42,4
Co.....	57,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un sublimé de soufre; dans le tube ouvert, des vapeurs sulfureuses; celles-ci se dégagent au chalumeau et laissent un globule magnétique, qui fournit les réactions du cobalt et généralement celles du nickel et du fer. Soluble dans l'acide azotique avec dépôt de soufre.

Diagnostic. La forme pourrait faire confondre la linnéite avec la maltite et la cobaltite, mais elle s'en distingue par l'absence des réactions de l'arsenic.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace.*] M. Ungemach a trouvé des octaèdres de linnéite avec de petites facettes p (100) et des traces de a^4 (411) (*B. S. M.* XXXII. 22. 1909) dans les géodes de dolomite de certains filons de la mine de Saint-Sylvestre à Urbeis; ils sont associés à la calcite, à la chalcoppyrite, à la blende, à la millérite et enfin à de la whewellite.

1. A placer dans la systématique après la *chalcoppyrite*, t. II, p. 690.

BERTHIÉRITE (T. II, p. 692).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. J'ai cité page 694, d'après Berthier, la berthiériste à la mine de Martouret; je n'ai pu trouver avec certitude la position de cette mine; dans sa *Topographie minéralogique du Puy-de-Dôme* (page 90), Bouillet indique la stibine à Montaignut (arrondissement de Riom), il existe près de cette localité un Marthuret (en Pionsat), d'où provient peut-être le minéral en question. Il en est de même pour le gisement de Chazelles; plusieurs localités de ce département portent ce nom; celle qui a fourni la berthiériste est probablement située en Chapdes-Beaufort, au nord-est de Pontgibaud.

M. P. Gautier m'a remis une berthiériste provenant de Mérinchal; elle est associée à de la stibine dans du quartz.

Haute-Loire. La berthiériste fibreuse se trouve à Pressac en Saint-Étienne-sur-Blesle.

Cantal. Je dois à M. Lauby un échantillon provenant de la mine d'Espozolles en Saint-Marie-le-Plain.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a étudié à nouveau (*B. S. M.* XIX. 1906) la berthiériste des environs de Charbes (filons de Honilgoutte et du Trou-du-Loup), dont il a été question page 694; il en a donné l'analyse suivante, abstraction faite de 5,29 de quartz : S 29,56; Sb 57,02; Fe 13,42. Densité : 4,21 à 4,23. Ce minéral se présente en cristaux cylindroïdes, en aiguilles capillaires, et enfin en masses fibro-bacillaires.

JAMESONITE (T. II, p. 697).

Cévennes. — *Gard*. Je dois à M. Mingaud la communication de pinceaux d'aiguilles libres de jamesonite atteignant 8 cm. de longueur et provenant de Bordezac.

Plateau Central. — *Cantal*. Le filon de stibine de Leyvaux renferme sur ses bords des houppes de jamesonite enveloppées dans le quartz.

PLAGIONITE ¹Monoclinique : $mm = 85^{\circ}27'$

$$b : h = 1000 : 279,76 \quad D = 661,70 \quad d = 749,77$$

$$\text{angle plan de } p = 82^{\circ}51'$$

$$m = 102^{\circ}48'$$

$$\left[\begin{array}{l} a : b : c = 1,1331 : 1 : 0,4228 \\ zx = 72^{\circ}49'30'' \text{ (Luedecke).} \end{array} \right]$$

Formes observées. p (001); $d^{1/4}$ (221); $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) (?).

	Angles calculés.		Angles calculés.
$\left[\begin{array}{l} pd^{1/4} \\ pb^{1/2} \end{array} \right.$	138°33'30''	$d^{1/4} d^{1/4}$ av.	120°30'
	148°48'	$b^{1/2} b^{1/2}$	130°48'

Formes et facies. La plagionite se rencontre soit en cristaux nets, soit en masses cristallines.*Clivages.* Clivages assez faciles suivant $d^{1/4}$ (221). Cassure conchoïdale à inégale.*Dureté.* 2, 5. Fragile.*Densité.* 5, 4.*Coloration et éclat.* La couleur et la poussière sont d'un gris de plomb noirâtre. Opaque.

Éclat métallique très vif, se ternissant par exposition à l'air.

Composition chimique. La formule 5PbS. 4Sb²S³ correspond à la composition *a*).*b*) Analyse de la plagionite de la Bouzole par Berthier (*A.M.* XV. 613. 1839). Le minéral contient en outre une petite quantité d'argent.

	<i>a</i>	<i>b</i>
S.....	21,5	21,2
Sb.....	37,8	37,0
Pb.....	40,7	41,0
Cu.....	»	0,4
Fe.....	»	0,4
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Comme zinkénite.

1. A placer dans la systématique après zinkénite, t. II, p. 697.

Diagnostic. Les formes géométriques et les clivages permettent facilement de reconnaître ce minéral, mais l'analyse quantitative est nécessaire pour le distinguer des autres sulfoantimoniures de plomb, quand il se présente en masses compactes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Corbières. — *Aude.* J'ai trouvé dans un mémoire de Berthier, consacré à l'étude des minerais plombifères antimoniés, l'analyse donnée plus haut ; le minéral, à éclat métallique, à structure fibreuse, forme dans les calcaires paléozoïques de la mine de la Bouzole, près Quillan, un filon à gangue de barytine, sur lequel des recherches ont été faites en 1839 ; il n'est guère douteux qu'il ne se rapporte à la plagionite. C'est peut-être de ce gisement que provient l'échantillon de la collection de Strasbourg avec la seule indication « Corbières », dont il est question tome II, p. 692.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai rencontré parmi les échantillons de la mine de stibine de Leyvaux, que m'a communiqués M. de Brun, de petits cristaux (3 à 4 mm.) de plagionite, implantés avec blende brune, sur une gangue quartzreuse. Ces cristaux, dont la forme générale est représentée par la fig. 1, ne sont pas mesurables. Ils sont en effet extrêmement ternes. L'angle des clivages est un peu trop faible (118° à 119° , au lieu de la valeur théorique de $120^\circ 30'$ donnée plus haut pour $d^{1/4} d^{1/4}$), mais les mesures sont mauvaises par suite de l'imperfection de ces clivages et il n'y a pas lieu de s'arrêter à cet écart. Par analogie avec les cristaux de Wolfsberg, décrits par Luedecke, il est probable que la pyramide postérieure est $b^{1/2} (\bar{1}11)$, mais elle n'a pu être mesurée.

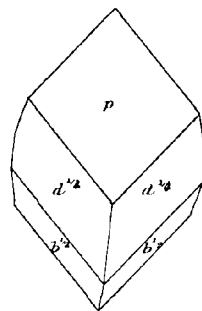


Fig. 1.
Plagionite de Leyvaux.

BOULANGÉRITE (T. II, p. 695).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Un sulfoantimoniure gris d'acier a été exploité à la mine d'Ally (concession de Freycenet-La Rodde), il doit sans doute être rapporté à de la boulangérite ; il est

souvent en partie épigénisé en bleiniérite et en massicot (voir tome III, page 312).

Je dois à M. Bouhard un échantillon du même minéral provenant d'Aubazaguet en Aubazat. Baudin l'a aussi signalé (*Ann. sc. Auvergne*, IX. 242. 1836) à Chazelle-Haut en Brioude.

Algérie. — *Alger*. Des masses compactes grenues ou fibreuses de boulangérite ont été rencontrées à Guerrouma et à l'Ouarsenis (Kef-Sidi-Abd-el-Kader) avec blende ; elles n'ont pas été analysées.

BOURNONITE (T. II, p. 699).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Je dois à M. Bouhard de très curieux cristaux isolés, obtenus par lavage d'un micaschiste décomposé d'Aubazaguet en Aubazat ; ils sont souvent complets, atteignent jusqu'à près d'un centimètre et ont souvent beaucoup moins ; leur forme est celle représentée par les figures 1 à 3 de la page 702 du tome II. Les macles suivant *m* sont fréquentes.

De très beaux cristaux, ayant quelquefois l'éclat de ceux du Cornwall, ont été trouvés accessoirement dans le filon (boulangérite) Sainte-Cécile à Ally (voir plus haut). Ils atteignent près d'un centimètre et ont été décrits par M. Ad. Richard (*B. S. M.* XXVII. 219. 1904), qui y a signalé les formes suivantes : $h^1, h^3, a^2, a^3, a^4, e^4, b^4, a_3$ (211). Les cristaux, que j'ai moi-même étudiés, sont plus petits ; les macles répétées y sont fréquentes.

Puy-de-Dôme. Je dois à M. Demarty des cristaux isolés de bournonite, qui ont été isolés par le même procédé que ceux d'Aubazaguet des micaschistes des mines de la Bessette, se poursuivant sur les communes de Trémouille Saint-Loup et de Larodde. Ils n'ont guère plus de 2 mm. et se trouvent dans l'argile formant les salbandes d'un filon de mispickel. Ils sont un peu allongés suivant l'axe vertical, très maclés ; j'y ai rencontré un groupement à 60° par rapport à l'axe vertical, rappelant celui de la staurotide.

Presque immédiatement après l'apparition du tome II, M. Gonnard a publié (*B. S. M.* XX. 312. 1897) la description des cristaux de Pontgibaud, dont il avait bien voulu me donner le résumé que j'ai reproduit page 706. Plus récemment, ce savant est revenu sur cette question et a fait quelques rectifications. De nouveaux cristaux

présentent les combinaisons $p m h^4 h^3 g^4 e^4 a^4 b^4 b^{1/2}$; $p m h^4 g^4 e^4 a^4 b^4 b^{1/2} a_3$.

Un autre cristal porte le prisme $h^{12/7}$ (19.5.0), qui doit être substitué à $h^{23/13}$ indiqué page 706. De même, les formes données comme nouvelles, avec les symboles e_6 , a_1 et V^4 , ne sont autre chose que b^4 , a^4 et $b^{1/2}$ d'un second individu, maclé suivant la loi ordinaire avec le cristal précédent.

Alpes. — *Haute-Savoie.* J'ai visité (*B. S. M.* XXIII. 54. 1909) le gisement de Sainte-Marie-aux-Fouilly, dont il est question page 706. La mine de cuivre est située sur la rive gauche de l'Arve, immédiatement en amont du pont de Sainte-Marie, et non loin du village des Houches ; il est possible de recueillir encore sur les haldes des blocs de bournonite, renfermant des cristaux, qui se rapportent au type des figures 1 à 3 de la page 702.

Il me paraît aujourd'hui vraisemblable que les cristaux de bournonite, que j'ai décrits page 706, comme provenant de Servoz, sans indication plus précise, ont été fournis par les anciennes mines de la Montagne de Pormenaz, situées au-dessus de ce village.

Hautes-Alpes. J'ai décrit (*B. S. M.* XXXII. 54. 1909) de très jolis cristaux de bournonite, à faces éclatantes, mesurant de 5 à 6 mm., qui ont été trouvés par M. Thénaud dans une recherche, malheureusement aussitôt abandonnée, et qui a été effectuée sur un filon à gangue de calcite et de célestite, traversant les calcaires secondaires de Bréziers. Les cristaux appartiennent d'ordinaire au type de la figure 1 ; les formes dominantes sont p , h^4 , g^4 (également développées), toujours accompagnées de m , a^4 , a^2 , b^4 , parfois de h^5 (320) et d'autres prismes très cannelés. Quelques cristaux, très aplatis suivant p , se rapportent au type de la figure 11, page 707. M. Thénaud a trouvé aussi des cristaux de même forme, mais de couleur foncée dans un autre filon voisin du précédent, filon qui a fourni de la chloanthite et de l'annabergite.

Algérie. — *Constantine.* La bournonite a été rencontrée dans le gisement plombifère et zincifère de Kef-oum-Theboul.

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.* 136) de la bournonite en masses grenues, associées à la galène et à la panabase dans le gîte de Lang-Chea.

PANABASE (T. II, p. 721).

Alpes. — *Isère.* La panabase se rencontre parfois dans le filon de quartz de la Gardette ; elle englobe des cristaux nets de galène.

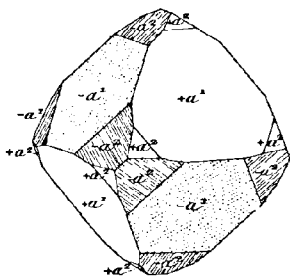


Fig. 1.

Panabase de Fresney-d'Oisans.

MM. Prior et Spencer ont décrit (*Min. Magaz.* XII. 196. 1899) un gros cristal de panabase de Fresney-d'Oisans mesurant 4 cm. suivant une arête octaédrique ; les faces dominantes sont $-a^1$ (terne) et $+a^1$ également développées, donnant au cristal une apparence holoèdre (fig. 1) ; de même, les deux formes conjuguées de a^2 sont présentes, $+a^2$ est brillant et finement strié *parallèlement* à son intersection avec $+a^1$, tandis que $-a^2$ est strié *perpendiculairement* à son

intersection avec $-a^1$, c'est-à-dire parallèlement à l'intersection avec b^1 , qui n'est représenté que par de très fines facettes. Cette panabase, d'un gris d'acier, a une densité de 4,921 ; elle repose sur de la sidérite transformée en limonite ; elle est recouverte par du quartz et associée à de la malachite et de la chessylite. L'analyse a fourni les résultats suivants : S 24,48 ; Sb 28,85 ; As tr. ; Cu 45,39 ; Fe 1,32 ; Pb 0,41 = 100,15, correspondant presque exactement à la formule $3 \text{Cu}^2\text{S Sb}^2\text{S}^3$.

Pyrénées. — *Ariège.* Un filon de panabase à gangue de quartz et de sidérite a été exploité à la mine de Lina, à 1 km. est de la Chapelle Sainte-Croix à Alzen. La panabase est massive, mais se trouve quelquefois en très jolis cristaux $\frac{1}{2} a^1$, associés à de la dolomite dans des géodes de quartz. On a vu plus haut qu'un filon croiseur est riche en réalgar.

Corbières. — *Hérault.* La collection de Marcel de Serre renfermait un bel échantillon de panabase provenant de Campagne Giraud, près Lodève.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Le filon de pyrite de Chizeuil renferme quelques tétraèdres de panabase, souvent en partie transformés en covellite.

Vosges. — [*Alsace.*] Au moment où je préparais la description de la panabase de Framont (page 78), un mémoire de M. J. Schweitzer (*Kryst. Beschreib. Eisenglanz und Fahlerzes von Framont. Strassburg. 1892*) m'a échappé; cet auteur y a signalé quelques faces acces-

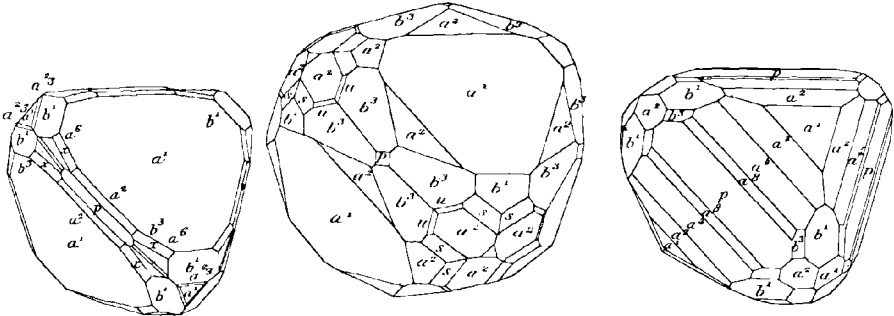


Fig. 2 à 4.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

soires, que je n'ai pas observées moi-même : $+ a^{1/2}$ (322), $- a^{1/7}$ (177), $- a^{2/11}$ (2.11.11), $+ a^{21/20}$ (21.20.20), $+ a^{40/41}$ (40.41.41).

M. Ungemach, dans sa thèse sur les gîtes métallifères du Val de Villé (*B. S. M. XIX. 1906. 194*), a fait connaître un gisement de panabase remarquable, à la fois par l'abondance, par la beauté, et

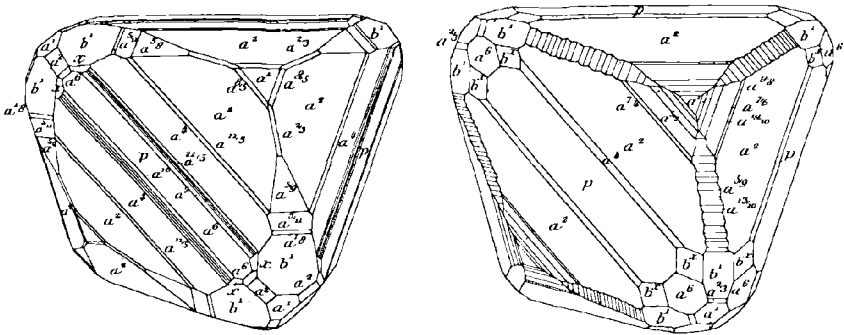


Fig. 5 et 6.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

par la richesse en formes et en combinaisons de ses cristaux. Il s'agit de la mine de Saint-Sylvestre à Urbeis.

Voici le résultat de ses observations, en tenant compte de rectifications, qu'il a apportées à ses premières observations dans un second mémoire (*B. S. M. XXXII. 368. 1909*). Les figures reproduites ci-contre sont empruntées à ces deux travaux.

Au point de vue chimique, il existe deux variétés, l'une plus arsénifère, de densité 4,82 ; l'autre, plus argentifère, de densité 5,10.

Leur composition est la suivante : pour la variété arsénifère : S 25,58 ; Bi 1,63 ; Sb 17,47 ; As 6,75 ; Zn 5,05 ; Fe 3,77 ; Pb 0,53 ; Ag tr ; Cu 38,15 = 98,93 ; pour la variété argentifère : S 25,52 ; Sb 25,24 ; As 1,21 ; Zn 4,86 ; Fe 3,79 ; Ag 5,94 ; Cu 34,15 = 100,41. Peut-être

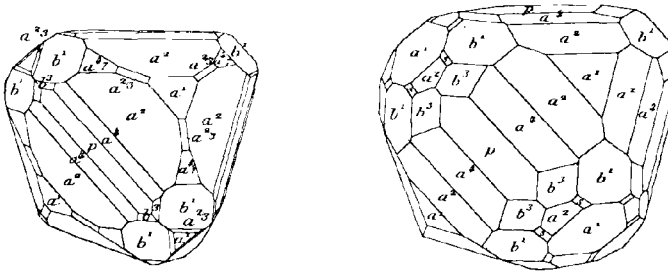


Fig. 7 et 8.

Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

les échantillons analysés n'étaient-ils pas très homogènes (inclusions de blende, de bismuth ?) La variété argentifère (filons Paul et Robert) possède jusqu'à 9,75 % d'argent.

Le type arsénifère se trouve dans une gangue de calcite et de quartz : ses cristaux, d'un gris d'acier un peu jaunâtre, atteignent jusqu'à

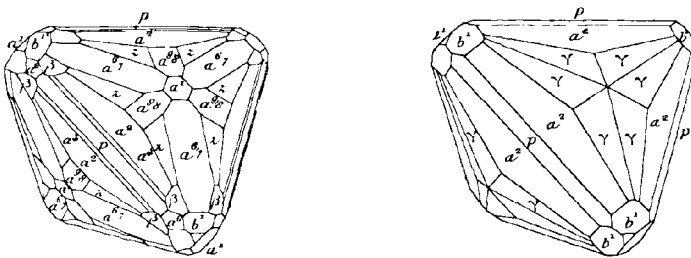


Fig. 9.

Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

5 cm. d'arête ; la variété argentifère, d'un gris d'acier foncé, parfois un peu bleuâtre, est associée à de la sidérite, de la dolomite, de l'ankérite, de la chalcoppyrite, de la galène, de la blende, du quartz et de la calcite ; elle forme des cristaux souvent très petits, en tous cas, ne dépassant que rarement 1 cm. d'arête.

Tous ces cristaux ont un facies tétraédrique, mais, dans les uns c'est

la forme $+^{1/2} a^1$ (111) qui domine, tandis que dans les autres, c'est l'hémitrapézoèdre $+^{1/2} a^2$ (211), auquel est généralement associé $+^{1/2} a^4$ (411). M. Ungemach a tout d'abord pensé que cette différence de facies était en relation constante avec la composition chimique, le premier type ($^{1/2} a^1$ dominant) étant l'arsénifère, et le second le plus argentifère. Dans son second mémoire, il est revenu sur cette opinion, tout en faisant remarquer que cette première règle est fréquemment réalisée. Voici la liste des nombreuses formes observées, en commençant par celles qui sont importantes comme développement ou fréquence ¹.

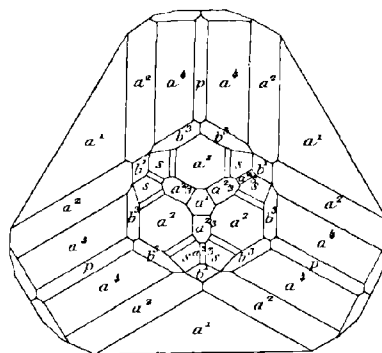


Fig. 10.
Panabase de Saint-Sylvestre (projection sur a¹).

$+ a^1$; $- a^1$; p ; b^1 ; b^3 (310); $+ a^{5/3}$ (533), ¹ $+ a^{7/4}$ (744), $+ a^2$ (211), $+ a^4$ (411), $+ a^{9/2}$ (922), $+ a^5$ (511), $+ a^6$ (611), $+ a^8$ (811), $- a^2$ (211), $- a^6$ (611); $+ a^{2/3}$ (332), $+ a^{4/7}$ (774), $+ a^{1/2}$ (221), $+ a^{2/5}$ (552), $- a^{2/3}$ (332); $- s$ ($b^1 b^{1/2} b^{1/3}$) (321).

Il faut ajouter à cette liste un grand nombre de formes, peu importantes, rares, incomplètes ou très réduites, se trouvant surtout dans les zones très striées: $b^{5/3}$ (530), b^4 (410); $+ a^{9/8}$ (988), $+ a^{7/6}$ (766), $+ a^{13/10}$ (13.10.10), $+ a^{3/2}$ (322), $+ a^{13/7}$ (13.7.7), $+ a^{9/4}$ (944), $+ a^{7/2}$ (722), $+ a^{11/2}$ (11.2.2), $+ a^{13/2}$ (13.2.2), $+ a^{10}$ (10.1.1), $+ a^{12}$ (12.1.1), $- a^4$ (411), $+ a^{17/18}$ (18.18.17), $+ a^{6/7}$ (776), $+ a^{10/13}$ (13.13.10), $+ a^{3/4}$ (443), $+ a^{4/9}$ (994), $+ a^{1/3}$ (334), $+ a^{1/9}$ (991), $+ a^{1/12}$ (12.12.1); $- a^{5/6}$ (663), $- a^{2/5}$ (552), $- a^{1/8}$ (881), $+ s = (b^1 b^{1/2} b^{1/3})$ (321), $+ x = (b^{1/2} b^{1/3} b^{1/5})$ (532), $+ \gamma = (b^{1/8} b^{1/9} b^{1/10})$ (10.9.8), $+ (b^{1/3} b^{1/4} b^{1/6})$ (643); $+ (b^{1/15} b^{1/17} b^{1/18})$ (18.17.15) ?; $- u = (b^1 b^{1/2} b^{1/5})$ (521), etc.

Dans sa monographie de Sainte-Marie-aux-Mines (voir plus loin p. 880), M. Dürr a étudié la panabase de ce gisement et complété les indications que j'ai données page 430; il y distingue deux types, d'âge différent: 1° des cristaux anciens, atteignant 2 cm.; ils sont noirs, caverneux, souvent encroûtés par des produits d'altération et ont une densité de 4,61. Leur caractéristique réside dans la prédominance de $+ a^2$ existant parfois seul, dans d'autres cas, associé à b^1 , $- a^2$, b^3 ;

1. Pour simplifier, j'écris $+ a^{5/3}$ (533) au lieu de $+^{1/2} a^{5/3}$ [x (533)].

ils sont accompagnés de quartz, de galène, de dolomite, de calcite. Le second type est constitué par des cristaux blanc d'acier ou blanc d'argent plus durs, moins denses (4,57), plus brillants et moins altérés que les précédents. Ils sont caractérisés par la prédominance de $+ a^1$, quelquefois associé à $+ a^2$, b^1 , p , b^3 . La composition chimique d'un échantillon du type I est la suivante S 27,00 ; Sb 12, 44 ; As 9,74 ; Cu 42,1 ; Zn 4,40 ; Fe 3,48 ; Ag tr. = 99,19.

Vosges. M. Ungemach a signalé (*op. cit.* 1906. 240) la combinaison $+ a^1$, $+ a^2$, $+ a^{7/4}$, b^1 sur des cristaux de la Croix-aux-Mines, implantés sur barytine.

Tonkin. — La panabase, surtout antimonieuse, mais généralement un peu arsénicale et zincifère, a été rencontrée par M. Dupouy (*op. cit.* 125) à Lang Chea près An-Chau, à Phong-To, à Giao-Hiem et à Bien-Dong.

Madagascar. — M. Geay a rapporté d'un voyage dans le Nord de l'île un échantillon formé par un mélange de panabase, de galène et de blende ; la mort de ce naturaliste ne m'a pas permis d'avoir de précision sur le gisement, d'où provient cet échantillon, peut-être vient-il d'Ambatobé, Antsiasia.

PROUSTITE (T. II, p. 711).

Vosges. — [*Alsace.*] M. Dürr a signalé (*Die Miner. Markircher Erzgänge.* Strassburg. 1907) dans la proustite de Sainte-Marie-aux-Mines, une série de formes, que je n'ai pas indiquées page 714 ; ce sont les suivantes : a^2 (10 $\bar{1}$ 4), e^1 (02 $\bar{2}$ 1), b^3 (21 $\bar{3}$ 4) ; les scalénoèdres ($d^{1/4} d^{1/2} b^{1/3}$) (25 $\bar{7}$ 3), $d^{19/13}$ (19.13.3 $\bar{2}$.6), $b^{8/3}$ (8.3.1 $\bar{1}$.2), $e_{2/3} = (d^{1/3} d^{1/2} b^{1/3})$ (15 $\bar{6}$ 2) et une série de prismes ($b^{1/4} d^{1/4} d^{1/2}$) (51 $\bar{6}$ 0), ($b^{1/4} d^1 d^{1/3}$) (52 $\bar{7}$ 0), ($b^{1/5} d^1 d^{1/4}$) (21 $\bar{3}$ 0), ($b^{1/8} d^1 d^{1/7}$) (32 $\bar{5}$ 0), ($b^{1/11} d^1 d^{1/10}$) (43 $\bar{7}$ 0), ($b^{1/14} d^1 d^{1/13}$) (54 $\bar{9}$ 0).

XANTHOCONITE (T. II, p. 717).

Vosges. — [*Alsace.*] Dans ce même mémoire, M. Dürr signale qu'il a trouvé de petits cristaux de xanthoconite, avec panabase, sur argent natif à la mine Gabe Gottes et que M. Bücking a rencontré

le même minéral dans les filons de galène de Saint-Kreuz. Les cristaux décrits par M. Miers, dont il est question page 718, ont été trouvés dans une collection et par suite leur gisement précis était incertain.

VILLIAUMITE ¹

NaF

Quadratique ; pseudocubique.

Facies. La villiaumite se rencontre uniquement sous forme de plages xénomorphes à trois clivages rectangulaires.

Clivages. Clivages, extrêmement facile suivant p (001), très faciles suivant h^1 (100).

Dureté. 2 à 2,5. Fragile.

Densité. 2,79.

Propriétés optiques. La biréfringence est à peine sensible ; les clivages p sont monoréfringents et ne donnent aucune image en lumière convergente, les lames étudiées étant trop minces. De l'examen des clivages h^1 , il semble résulter que le minéral est optiquement négatif.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement intense et rappelle celui de la piémontite. Les lames de clivage p sont d'un carmin foncé.

On obtient suivant l'axe c = jaune pâle

a = carmin foncé.

L'indice de réfraction n = 1,328, est plus petit que celui de l'eau. De tous les minéraux actuellement connus, la villiaumite est donc celui qui possède la plus faible réfringence.

Composition chimique. La formule NaF correspond à la composition a). b) analyse de la villiaumite par M. Pisani. La quantité de matière isolée étant très faible, il n'a pas été possible de préciser la nature exacte du produit précipitable par l'ammoniaque, indiqué comme ZrO² et qui, en tous cas, n'est pas de l'alumine. Il en a été de même pour la matière colorante.

	a	b
F	45,4	44,2
Na	54,6	53,4
K	»	tr.
Ca	»	1,2
Mg	»	tr.
ZrO ²	»	1,5
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,3

1. A placer dans la systématique avant *halite*, p. 744.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, ne dégage aucun produit volatil. Au rouge naissant, se décolore et devient hyalin. Au rouge blanc, fond brusquement en un liquide très fluide, incolore et transparent, qui devient blanc et opaque par refroidissement. Additionnée d'acide sulfurique, dégage de l'acide fluorhydrique, qui corrode le verre.

Soluble dans l'eau, surtout à chaud ; cristallise par refroidissement en cubes et en octaèdres incolores. La solution précipite par addition de chlorure de calcium.

Diagnostic. La couleur et les autres propriétés physiques, notamment la faiblesse de l'indice de réfraction, jointes aux réactions chimiques, ne permettent de confondre la villiaumite avec aucune autre espèce.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Guinée. — *Iles de Los.* J'ai découvert ce minéral (*C. R.* CXLVI. 213. 1908), que j'ai dédié à M. Villiaume, dans une collection de syénites néphéliniques recueillies par cet explorateur à l'île de Rouma. Cette syénite, de couleur très claire, renferme, en fait d'éléments colorés, de l'ægryrine, de la lävénite et de l'astrophyllite en très petite quantité. La villiaumite remplit les intervalles miarolitiques des feldspaths, en plages ne dépassant guère 4 mm. Elle frappe l'attention par sa couleur d'un violet sombre, rappelant celle de certains cristaux d'érythrite de Schneeberg. Dans d'autres syénites à grain fin, elle est disséminée d'une façon confuse, tachant de carmin clair certaines parties de la roche : elle y forme avec les feldspaths une sorte de structure ophitique.

En traitant un kilogramme de roche par l'eau distillée bouillante, j'en ai extrait environ 3 gr. 2 de sels solubles, en grande partie constitués par du NaF, qui cristallise de la dissolution en octaèdres, portant de petites faces du cube et possédant des clivages cubiques. La villiaumite constitue une forme différente du fluorure cubique, qui possède une densité un peu plus faible (2,76) et un indice de réfraction très voisin $n = 1,3270$ (sel cristallisé par fusion). Le pléochroïsme montre d'une façon évidente que la villiaumite n'est pas cubique. Il existe aussi dans la solution un peu de NaCl.

Dans cette roche, dont les éléments sont remarquablement frais, la villiaumite joue le rôle d'un élément essentiel, groupé avec les feldspaths, à la façon de l'astrophyllite et de l'arfvedsonite qu'elle accompagne. Il est probable qu'elle représente le dernier

témoin des minéralisateurs énergiques, qui ont joué un rôle important dans la genèse de cette syénite; celle-ci d'ailleurs renferme parfois aussi de la fluorine, mais dans d'autres échantillons. Il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'au Groenland et au Colorado, la cryolite et ses satellites sont des produits de fumerolles de magmas alcalins, granitiques ou syénitiques. A tous égards, la villiaumite a donc un grand intérêt.

En raison de sa solubilité dans l'eau, elle a disparu aux affleurements, aussi est-ce à son départ qu'il faut attribuer certaines des cavités miarolitiques, qui s'observent dans les syénites de l'île de Rouma et qui sont identiques à celles, dont on détermine la production en traitant par l'eau bouillante les roches contenant de la villiaumite. J'ai rencontré ce minéral au centre de blocs éclatés à l'aide de la dynamite.

HALITE (SEL GEMME) (T. II, p. 743).

Vosges. — *Haute-Saône.* Des croûtes épaisses, finement grenues, de halite se trouvent dans la houille de Ronchamp (Puits Magny).

Mauritanie. — J'ai pu examiner de nombreux échantillons de sel, recueillis par MM. Chudeau et Gruvel. Des variétés grenues proviennent de salines voisines de la côte (Mondjeran et Tin-Djemara).

Sur tout le littoral, surtout de Boguent à Marsa, dans le sud de l'Agneitir et aussi dans l'Azoufal, se trouvent des sebkas à fond salé, isolées de la côte par des cordons de dunes; la sécheresse du climat explique leur richesse en sel et en gypse, minéraux parfois accompagnés de soufre (Timardine).

Soudan. — De récentes explorations ont permis d'étudier le gisement salifère de Taodeni (22° 40' 19" lat. nord); le sel y est exploité en carrières, à 3 km. sud du village, dans des argiles rouges, riches en cristaux de gypse. Le sel est découpé en barres de 30 kg. chacune. En 1905-1906, il en a été extrait 32000 de 100 à 150 petites fosses d'exploitation (Cortier. *La Géographie.* XIV. 328. 1906). Ces indications rectifient celles données page 371.

Borkou. D'après les renseignements que m'a communiqués le lieutenant Ferrandi, en outre des mares salées, qui fournissent du sel aux indigènes, il existe des carrières de sel rouge riches en sable à Demi, chez les Trahouïas près de Gouro.

Bilma. J'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 40. 1908) que les salines de

Bilma (évaporation des mares salées), qui alimentent l'ouest du Tchad, le pays de Zinder, le Sokoto, etc. (environ 25000 charges de chameau par an) fournissent un sel renfermant en moyenne 82 % de NaCl, 9,8 de thénardite, 2,6 de trona. Ces derniers minéraux se trouvent en partie à l'état d'inclusions dans le sel gemme ; celui-ci ne se présente jamais en trémies, mais en cubes, à faces planes (atteignant exceptionnellement 2 cm.), ils sont presque toujours accompagnés de a^4 (111). Les déformations sont très fréquentes, par allongement suivant un axe binaire ou quaternaire ou par la prédominance d'une quelconque des faces. Ces formes anormales sont dues à l'influence des sels, qui accompagnent le chlorure de sodium dans l'eau des mares salées.

Le sel de l'Oasis de Fachi, au sud-ouest de Bilma, est identique au précédent.

Antilles. — *Martinique.* Au cours de l'éruption de la Montagne Pelée, j'ai assisté (*B. S. M.* XXVIII. 68. 1905) à un curieux mode de cristallisation du chlorure de sodium. Les matériaux andésitiques, accumulés au voisinage du volcan par les nuées ardentes à haute température jusque dans la mer, étaient, sur le bord de celle-ci, imbibés par l'eau salée, qui, montant par capillarité, s'évaporait rapidement dans les portions encore chaudes ; il se produisait ainsi une abondante cristallisation de chlorure de sodium, cimentant un conglomerat très résistant, qui n'a eu d'ailleurs qu'une existence éphémère.

CÉRARGYRITE (T. II, p. 771).

Madagascar. — J'ai observé de petites masses cristallines de ce minéral, recueillies par M. Villiaume dans un filon de galène des bords de la Manandona, à mi-chemin entre Ambatofangehana et les contreforts sud du mont Bity.

SALMIAC (T. II, p. 767).

2° *Dans les fumerolles volcaniques.*

Plateau Central. — *Nièvre.* Les portions embrasées des houillères de la Machine renferment un salmiac fibreux, mélangé d'epsomite.

Antilles. — *Martinique.* Au cours de l'éruption de la Montagne Pelée en 1902, j'ai suivi la production active du salmiac, non pas à l'ori-

fice des fumerolles sortant des fissures de la lave qui constitue le dôme récent, alors inaccessible, mais dans des brèches accumulées par les nuées ardentes dans la vallée de la Rivière Blanche. Peut-être ce salmiac devait-il son origine à la grande quantité de bois enseveli dans ces brèches sur l'emplacement d'usines détruites ; une odeur empyreumatique très forte se dégageait en effet des fumerolles. Il formait des groupements cristallitiques, souvent fibreux, à l'orifice de bouches de sortie, dont les gaz étaient à une température voisine de 400°C. Au delà du salmiac, se produisait une petite quantité de soufre sublimé.

FLUORINE (T. II, p. 775).

Il faut ajouter page 776 deux indications oubliées dans la mise en pages :

Dureté. 4.

Densité. 3,1 à 3,18.

Maine. — *Sarthe.* De petits nids de fluorine violette se rencontrent dans les calcaires dinantiens de Port-Étroit près Sablé.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* De beaux cristaux de fluorine (1 cm.) ont été trouvés avec quartz, feldspath, muscovite et tourmaline polychrome dans une géode de la pegmatite de la carrière de Chardonneret au sud du bourg du Pertre (Bézier. *Bull. Soc. sc. méd. Ouest.* XVII. 89. 1908).

Vendée. — *Vendée.* Des cristaux jaunes (*p*) ont été recueillis dans les fentes du granite d'Avrillé, dans celles du gneiss de la côte des Sables-d'Olonne (avec barytine).

Cévennes. — *Gard.* La collection Frossard, donnée au Muséum, renferme une *Gryphea arcuata* de Durfort, englobée dans de la fluorine laminaire d'un blanc verdâtre ; cet échantillon vient certainement du voisinage d'un gisement zincifère.

Plateau Central. — *Lozère.* M. Ungemach a signalé (*B. S. M.* XXXII. 342. 1909) dans le tunnel d'Albespeyres, des cristaux de fluorine d'un bleu pâle $p a^3 a^{12}$ (12.1.1), accompagnant de la chalcopyrite.

Tarn. Le gisement de Peyrebrune a fourni des cristaux encore plus gros que ceux signalés page 787 ; la collection du Muséum possède un groupe de cubes, ayant individuellement 0 cm. 50 d'arête : ils sont çà et là couverts de petits cristaux de quartz.

Pay-de-Dôme. De magnifiques cubes de fluorine bleue, quelquefois recouverts de petits cristaux violets, ont été fournis récemment par des filons de Sauvagnat près Herment.

Rhône. La fluorine, d'un violet presque noir, à fluor libre, dont il est parlé page 778, provient, non pas de Quincié, mais de Lantignié. Le gisement exact consiste en un filon Nord-Nord-Ouest, situé sur une ligne passant au sud par la tour du Château de Thulon et le clocher du village de Cercié.

Des cubes de fluorine, transformés en quartz, se trouvent entre Saint-Laurent, Chamousset et Sainte-Foy-l'Argentière.

Allier. M. Vésigné m'a communiqué un échantillon de quartz à empreintes cubiques, provenant du gisement de kaolin de la forêt des Colettes.

Saône-et-Loire. Le filon de Crot-Blanc à Grury renferme de la fluorine blanche et violette (exceptionnellement verte) en zones alternant avec du quartz.

Le gîte de substitution de Romanèche contient, comme exception, de la fluorine d'un violet très pâle, engagée dans de la calcite ferrugineuse lamellaire ; la rareté de la fluorine de ce gîte est à opposer à son abondance dans les filons traversant le granite de la même mine et que j'ai seuls considérés page 791 : elle y accompagne le quartz et la fluorine.

De beaux cristaux cubiques ont été rencontrés avec barytine dans les tufs permien de la Chaume près Igornay.

Bassin de Paris. — *Seine.* Aux gisements signalés page 793, il y a lieu d'ajouter : à Paris, les fondations de la Sorbonne et les tranchées du Métropolitain, au coin du boulevard Pasteur et de la rue de Vaugirard. Les travaux de construction de maisons, effectués actuellement sur l'emplacement de l'ancien marché aux chevaux, m'a permis de retrouver le premier gisement parisien de ce minéral découvert au commencement du siècle dernier par Lambotin. J'ai trouvé les échantillons originaux de celui-ci dans la collection Dugate donnée en 1876 au Muséum.

M. Wallerant a étudié les propriétés optiques et les nombreux groupements intimes de cette fluorine (*B. S. M.* XXXI. 49, 1898). Les cubes de celle-ci résultent de l'association de cristaux monocliniques, n'ayant pas suite qu'un plan de symétrie. Chacun d'entre eux est constitué par une pyramide ayant un sommet commun, le centre du cube

et pour base le triangle, que l'on obtient en menant les diagonales du cube. Le plan de symétrie de chaque pyramide coïncide avec un plan de symétrie principal du cube et les pyramides sont symétriques les unes des autres par rapport aux plans de symétrie non principaux.

Seine-et-Oise. Un gisement similaire se trouve à la Frette (près de la maison d'école), il se distingue des précédents par la grosseur relative de ses cristaux (ils atteignent un demi-centimètre), qui sont parfois d'un jaune très foncé, et qui, au lieu d'être simplement distribués au milieu de la calcite, comme dans les autres gisements parisiens, se groupent pour former de belles géodes, atteignant souvent de grandes dimensions. Il est fort possible que les échantillons, que j'ai indiqués, page 794, comme provenant d'Herblay, aient été en réalité recueillis à la Frette, qui est très voisine de cette localité.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a décrit les cristaux de fluorine provenant de quelques gisements vosgiens (*B. S. M.* XXXII. 305. 1909). Framont : 1° cristaux bleuâtres, associés à scheelite, sidérite, panabase; p ; $p b^1 b^2 y$ (421). 2° cristaux d'un bleu clair, avec dolomite dans hématite, $p a^3$ (311) a^4 (411) $a^1 b^{10/3}$ (10.3.0). Les faces a^1 sont ternes.

Urbeis (Val de Villé), mine Donner, cristaux verts, bleus ou rosés, p , avec cavités de corrosion limitées par $b^{5/4}$ (540); mine du Château, pa^3 .

Sainte-Marie-aux-Mines. 1° Gros cubes jaunes, 2° cristaux verts avec dolomite, chalcopryrite sur quartz p , t (521) ($b^1 b^{1/2} b^{1/5}$). 3° énormes cristaux zonés de couleur différente (p), à la mine Kleingrubendinn.

Bergheim, carrière Tempelhof, avec barytine : 1° cristaux de couleur pourpre, p , avec ou sans a^3 et b^1 . 2° gros cubes violets; ce sont ceux que j'ai signalés tome II, p. 736. 3° petits cristaux incolores avec t (421). 4° cristaux violets p , avec b^3 de corrosion. Sewen (mine Moritz), cristaux b^1 (110) formés par le groupement de cristaux plus petits, $p a^3 b^3 b^1$, vert d'eau, etc.

Vosges. — Les cristaux du calcaire dolomitique de Robach, signalés p. 493, tome II, renferment parfois de petites facettes z (731) et b^4 , accompagnant p .

Haute-Saône. Cubes violets dans les filons du Haut de Thème près ie Tillot (*Vosges*). Plancher-les-Mines, cristaux p , lilas pâle, avec quelquefois t (421), b^3 , b^8 (810).

Belfort. Le cube seul a été rencontré à Giromagny (fluorine jaune, grise, violette); à Auxelles-Haut d'un bleu vert dans chalcopryrite); à la mine Sainte-Barbe (jaune clair).

Tonkin. — La région stannifère de Nguyen-Binh renferme des cristaux (p ou a^4) de fluorine. M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) un gros octaèdre bleuâtre de plus de 5 cm. provenant de Tinh-Tuc.

Dans les roches éruptives.

La fluorine est un élément très fréquent des roches éruptives sodiques (granites à aëgyrine, riebeckite et syénites néphéliniques); elle y est d'origine pneumatolitique et se développe parfois en abondance dans les sédiments à leur contact. En voici quelques exemples :

Corse. — J'ai rencontré fréquemment ce minéral dans les granites à riebeckite et aëgyrine des environs d'Évisa, qui sont décrits tome I, page 695.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* La fluorine est fréquente comme élément essentiel microscopique des syénites néphéliniques à aëgyrine de l'île de Rouma; elle y constitue un élément assez ancien, englobé par les feldspathoïdes et par les minéraux colorés; elle est d'ordinaire incolore, mais devient violacée à son contact avec le pyrochlore. A l'état secondaire, elle se présente sous une forme d'un violet très foncé, associée au zircon et à l'albite dans certaines pseudomorphoses d'eudialyte.

De beaux échantillons macroscopiques, remplissant généralement les intervalles miarolitiques des feldspaths, abondent dans les pegmatites. La fluorine y est incolore avec taches violettes, dans celles des syénites néphéliniques du Nord de l'île de Rouma, plutôt rosée dans celles du sud de l'île, ainsi que dans les pegmatites à barkévite de la pointe de Topsail, au sud de l'île de Foutabar.

Madagascar. — La fluorine est très fréquente dans les granites à riebeckite d'Ampasibitika et des régions voisines; j'ai montré (*Nouv. Arch. Muséum*, V. 243. 1903) qu'elle n'est pas localisée dans la roche éruptive, mais qu'elle s'est formée aussi sous son action dans les cornéennes et dans les calcaires métamorphiques; quelquefois elle n'est visible qu'au microscope et alors régulièrement distribuée et fort abondante.

Assez récemment, j'ai étudié de nouveaux échantillons de calcaires métamorphisés par une syénite à ægyrine, riche en mélanite; le contact de cette roche avec le calcaire se fait par une zone de fluorine d'un beau violet foncé.

COTUNNITE¹PbCl²

Orthorhombique : $mm = 118^{\circ}29'$.

$b : h = 1000 : 1020,2$ $D = 859,33$ $d = 511,47$

$[a : b : c = 0,5952 : 1 : 1,1872 \text{ (Stöber)}^2]$

Formes observées. p (001); g^1 (010); e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021).

Macles. Macle suivant e^2 (012) polysynthétique, non observée dans le gisement décrit plus loin.

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Mahdia.

	Angles			Angles			
	calculés.	mesurés.		calculés.	mesurés.		
[	pe^2	149°18'	149°18'	]	$pe^{1/2}$	112°51'	
	g^1e^2	120°42'	120°40'		$g^1e^{1/2}$	157° 9'	157° 7'
	pe^1	130° 7'			$*b^1b^1$ s. m.	98°30'	
	g^1e^1	139°53'	139°55'		$*b^1b^1$ côté	134°24'	

Formes et facies. Les cristaux sont le plus souvent allongés suivant l'axe a ; dans les cristaux artificiels, il y a quelquefois prédominance de certaines pyramides. Les cristaux sont, en outre, souvent aplatis suivant g^1 .

Clivages. Clivage suivant p (001) assez facile.

Dureté. Le minéral est tendre, facilement rayé par une aiguille. Très fragile.

Dureté. 5, 8 à 5,88.

Coloration et éclat. Incolore. Blanc jaune ou verdâtre. Transparente.

Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë positive (n_g), perpendiculaire à h^1 (100).

$$n_g = 2,2596 \text{ (Na, Stöber).}$$

$$n_m = 2,2172$$

$$n_p = 2,1992$$

$$n_g - n_p = 0,0604 \quad 2V = 67^{\circ}42'$$

1. A placer dans la systématique avant *atacamite* (tome II, p. 797).

2. Ces paramètres sont déduits de ceux de cet auteur, mais, comme M. Groth, je prends le p (001) de M. Stöber pour g^1 (010).

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule PbCl_2 est la suivante :

Cl.....	25,5
Pb.....	74,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau ; se volatilise sur le charbon, en donnant l'aurole caractéristique du plomb. Avec la soude, est facilement réduite en un globule de plomb. Soluble dans 22 parties d'eau chaude : la solution donne les réactions du plomb et du chlore.

Diagnostic. La haute réfringence montre que le minéral est une substance plombifère ; sa solubilité dans l'eau ne permettrait de la confondre qu'avec les oxychlorures (*laurionite*), etc., dont elle se distingue en ce que sa dissolution est totale.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cotunnite est un minéral caractéristique des fumerolles volcaniques du Vésuve. On l'a rencontrée dans quelques gisements métallifères du Chili ; le gisement dont il va être question ici est de toute autre nature.

Tunisie. — En 1907, des pêcheurs d'éponges ont signalé l'existence par 40 mètres de fond, et à 7 km. au large du Nord-Est de Mahdia, d'une épave, dont ils ont extrait de remarquables statues de bronze. Des recherches exécutées sous la direction de M. A. Merlin ont montré qu'il s'agit là des restes d'un bateau (30 m. \times 7 à 8 m.) coulé sur place et renfermant une soixantaine de colonnes de marbre, des lames et des tuyaux de plomb, des statues de bronze, des vases monumentaux, etc., qui semblent indiquer que ce navire se rendait de Grèce à Rome au début de notre ère.

M. Merlin a bien voulu me communiquer des objets retirés de cette épave (voir à *covellite*) ; je ne m'occuperai ici que de lames de plomb ayant servi à assurer l'étanchéité du navire, ; j'en ai fait une étude spéciale (*C. R.* CLI. 276. 1910). Leur surface est généralement recouverte d'un enduit chloruré, très mince. Lorsque ces lames, qui sont très souvent plissées ou enroulées sur elles-mêmes, présentent deux parois métalliques en contact, sans intercalation de sable, il s'y est

produit une chloruration plus considérable que sur les surfaces libres et, en les déployant, il est possible de mettre en évidence des cristaux enchevêtrés ou des croûtes cristallines incolores, un peu jaunâtres ou enfumées de cotunnite, parmi lesquelles j'ai pu isoler quelques débris de cristaux, qui ont servi aux mesures données plus haut. Seules les faces de la zone pg^1 sont distinctes : p (001), g^1 (010), e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021). Ces cristaux se dissolvent entièrement et sans résidu dans l'eau bouillante.

Il s'agit là d'un gisement tout à fait analogue à celui des anciennes scories immergées du Laurion, mais, tandis que dans celles-ci le plomb se rencontre sous des formes oxydées (*céruosite*, *anglésite*, *phosgénite* et oxychlorures divers : *laurionite*, *fielérîte*, *penfieldite*, etc.) on n'y a pas trouvé la cotunnite; inversement, le gisement de Mahdia est caractérisé par l'absence de minéraux oxydés, à l'exception de la *phosgénite*, dont j'ai trouvé un seul échantillon. Cette différence tient certainement aux conditions particulières du gisement : profondeur très grande à laquelle a été immergée l'épave, milieu rendu très réducteur par l'abondance des matériaux organiques, tels que le bois du navire, dont l'influence est manifeste aussi dans la production de la covellite décrite plus haut.

ATACAMITE (T. II, p. 797).

Algérie. — *Oran*. M. Trapet m'a communiqué un échantillon de quartz, supportant de petits cristaux d'atacamite provenant des environs d'Aïn Ouarka.

Bassin de Paris. — *Seine*. M. de la Durandière a observé (*B.S. M. XXVI. 133. 1903*) des enduits d'atacamite sur des bétons d'une canalisation d'électricité du Métropolitain de Paris.

QUARTZ (T. III, pp. 25 et 810).

Flandre. — *Nord*. De très jolis cristaux de plusieurs centimètres, rappelant par leur groupement ceux de la figure 67, se rencontrent dans les fentes des grès dévoniens d'Anor.

Plateau Central. — *Cantal*. Un intéressant gisement d'améthyste se trouve sur le chemin allant de Puy Griou au village des

Chazes, (ruisseau des peyras luentas), à l'altitude d'environ 1044 m. Les cristaux souvent bipyramidés, atteignant 4 cm., ont les faces p dominantes à leur sommet ; ils se trouvent en grand nombre, et facilement isolables au milieu d'une andésite très altérée, localement riche en pyrite.

Alpes. — *Basses-Alpes.* Des cristaux bipyramidés, analogues à ceux de Cheraute (tome III, page 117), se trouvent dans les marnes oxfordiennes du col d'Alos. Les calcaires aquitaniens de la Mort d'Imbert, au nord de Manosque, renferment de petits nodules de soufre, dans lesquels sont localisés de jolis cristaux transparents de quartz hyalin.

Algérie. — *Constantine.* Des cristaux bipyramidés noirs se rencontrent dans le calcaire du Djebel Mesloula, près Clairfontaine (Aouïnet-el-Dieb).

Tunisie. — Des cristaux semblables se trouvent dans le gypse du Djebel Zebbeus et du Djebel Ressas, dans la dolomie du Djebel Ghorra (Saint-Joseph-de-Thibor), dans le calcaire jaune du Djebel es Slem (cristaux allongés).

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* Les indigènes exploitent, pour en faire des ornements, le jaspe rouge sanguin, formant des veines dans des grès à Kirtachi sur les bords du Niger et dans l'Atacora, près de Kankobiri (Hubert, *Mission au Dahomey*, 514).

Madagascar. — Les renseignements que j'ai pu recueillir sur le gisement du quartz hyalin de Madagascar confirment la supposition que j'ai émise page 88, tome III. Ce minéral provient du démantèlement de filons en rapport plus ou moins direct avec les pegmatites.

Des cristaux, dépassant parfois plusieurs décimètres, se rencontrent en très grande abondance dans toutes les poches à cristaux des gisements tourmalinifères ; ils sont souvent un peu enfumés. J'en ai vu, en particulier, de très beaux provenant de la vallée de la Sahatany (Maharitra, macles symétriques par rapport à d^1 et cristaux fréquemment déformés par développement exagéré pris par diverses faces ; Ambalaroy, Ampasihatra, Vohidahy) ; à citer encore Tompobohitra (avec incrustation de lamelles de lépidolite) ; les environs de Mandrarivo (Antaboka, Ambatolampy), etc. De beaux cristaux transparents se trouvent à Volavaky au nord d'Andrianalina, à Ton-

gafeno, à Ambohimanambola, Andranokely, Anjanabonoina, et dans de nombreux points au sud de Betafo (voir plus loin à *rutile*).

J'ai reçu récemment un échantillon, limité par des surfaces polyédriques en creux, présentant toutes les particularités de l'échantillon décrit par vom Rath, dont il est question page 89 (fig. 57); il provient de Kandrehô.

Les pegmatites de la région située au sud d'Antsirabé renferment des filons de quartz de pegmatite, dans lesquels ce minéral possède une belle coloration rose, qui le fait rechercher dans le commerce; ce quartz rose sert souvent de gangue au béryl; tel est en particulier le cas à Tongafeno. On sait que ce quartz se décolore assez rapidement par exposition à la lumière, mais, chose assez curieuse et qui m'a été rapportée d'une façon indépendante par de nombreux prospecteurs, cette coloration ne se rencontre qu'au voisinage des affleurements; elle disparaît très rapidement en profondeur. A citer encore à ce point de vue Sanivotry au sud-est du Mont Bity, Maharitra, Iavomanitra, etc. Il existe aussi, dans certaines pegmatites et notamment dans celles de Maharitra, une variété de quartz qui, par sa translucidité et son opalescence, ressemble à de l'opale et fournit des pierres taillées assez jolies.

J'ai examiné des blocs de quartz limpide, sans formes géométriques, provenant des localités suivantes: Manantsetra; près le village de Tanandravina (vallée de la Sandrakary) dans le secteur de Mahanoro; entre Ambohimanga du sud et Ambositra; environs de Mananara (district de Maroantsetra); route d'Ambatobé à Sakoamadinika (prov. de Mevatanana); Antoby à 9 km., nord d'Ambohimarina (distr. d'Antsirabé), etc.

Les tufs basaltiques, riches en zéolites, de la baie d'Ambavatoby et de l'îlot d'Ankazoberavina renferment des blocs d'un beau quartz *prase* d'un vert foncé, dont les cristaux sont groupés autour d'un centre. Les tufs basaltiques du mont Anjiakely voisins du gisement zéolitique de Bekiady fournissent des nodules de la grosseur du poing de quartz fibreux à fibres très serrées, qu'au premier abord on pourrait prendre pour tout autre chose que du quartz.

Des cristaux de quartz implantés contre les salbandes et souvent groupés en rosettes sont caractéristiques des filons aurifères de l'Andavakoera.

Chari-Tchad. — Je dois à M. L. Fourneau une série d'échantillons

de cristaux de quartz, recueillis par M. Battini, à 3 km. environ du poste de Kaga Gobo, sur la rive droite du Yako, petite rivière située dans le Haut-Oubanghi, entre la Tomi et la Kémo ; ces cristaux remplissent des fentes de quartzites micacés ; ils sont constitués par de longs prismes groupés autour d'un centre et comparables par cette disposition à ceux représentés par la figure 25 de la page 60 du tome III, mais avec cette différence que les baguettes et les cristaux élémentaires ont souvent plus d'un décimètre de longueur ; ils sont blancs ou violacés ou d'un beau violet dans leur masse ; leur extrémité seule est transparente et d'un violet parfois assez foncé. Les cristaux, à structure externe polysynthétique, présentent les mêmes particularités internes que les cristaux d'améthyste d'Auvergne, que j'ai décrits antérieurement. J'ai pu extraire de ces cristaux et faire tailler quelques améthystes d'une belle nuance, pesant plusieurs grammes.

Les indigènes utilisent ces cristaux pour en faire des ornements de lèvres, semblables à ceux dont j'ai parlé page 814, tome III, mais ils ne sont pas transparents et ont jusqu'à un décimètre de longueur.

LUSSATITE (T. III, p. 126.)

Je crois inexact le rapprochement que j'ai fait antérieurement de la lussatite et de la tridymite ; les conditions de gisement de ce minéral associé au quartz, à la calcédonite, au bitume, impliquent une formation à une température inférieure à celle à partir de laquelle se produit la tridymite.

BROOKITE (T. III, p. 169).

Maine. — *Mayenne.* M. Vandernotte ayant étudié dans mon laboratoire une syénite albitique provenant d'Ernée, dont le mica très altéré est particulièrement riche en brookite secondaire, je l'ai engagé à entreprendre l'isolement de ce dernier minéral ; il a pu extraire de 10 kilogrammes de roche environ 2 gr. de cristaux de brookite, mélangés d'un peu d'anatase et de zircon (*C. R. CIII. 151. 1910*) et ayant quelques dixièmes de millimètres au maximum ; ils possèdent la forme des cristaux représentés par les figures 3 et 6. Ils sont extrêmement minces, de telle sorte qu'ils flottent en partie à la surface de l'eau. Leur densité un peu trop faible (4,15) s'explique par la fréquence de paramorphoses (généralement incomplètes) en rutile ; ce dernier miné-

ral forme de petites aiguilles, maclées suivant a^1 , allongées suivant une arête $a^1 b^{1/2}$, qui, dans le plan h^1 (100) de la brookite, est disposée normalement à l'axe vertical; ces cristaux sont d'un jaune clair.

RUTILE (T. III, p. 190 et 811).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* M. Porte a montré récemment (*Bull. Soc. sc. nat. Autun.* XVIII. 1905. C. R. séances. 50) que le rutile, que j'ai signalé page 201 aux environs de Gourdon, n'est pas spécial à cette localité; il est en réalité disséminé dans une zone micaschisteuse de près de 28 km. de longueur entre Villeneuve et le bois Perraud. Aux gisements que j'ai cités, il faut donc ajouter le mont Cuchat, Saint-Romain, les environs de l'étang du Plessis du côté du bois Roulet, les environs de Montceau-les-Mines, etc.

Des cristaux indistincts de rutile (densité 4,2) accompagnent la columbite dans la pegmatite d'Ozon, près du 9^e kilomètre de la route de Toulon-sur-Arroux à Luzy.

Le même minéral est extrêmement abondant en cristaux prismatiques de quelques dixièmes de millimètre dans les roches à diaspore, chizeuilite, etc., de Chizeuil. Il est facile de l'extraire par l'emploi des liqueurs denses.

Maures. — *Var.* De gros cristaux de rutile se trouvent dans les micaschistes et dans les filons de quartz, qui les traversent, au Campeaux, à la Motte, etc.

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Hubert a signalé (*Mission Dahomey* 1908, 504) l'abondance de gros cristaux de rutile dans la région gneissique, comprise entre Tébou, Djougou et Konkobiri; ils se rencontrent parfois dans le quartz filonien entre Bareï et Djougou. Les cristaux y atteignent 4 cm.; ils sont souvent maclés à axes parallèles et rappellent les échantillons des environs de Saint-Yrieix.

Madagascar. — J'ai vu un bel échantillon de quartz hyalin renfermant de longues aiguilles de rutile (*cheveux de Vénus*): je ne connais pas le nom précis de son gisement, mais celui-ci se trouve à environ 40 km. à l'ouest de Betafo.

Tonkin. — M. Dupouy a rapporté au Muséum (*op. cit.* 116) des

cristaux de rutile recueillis au milieu des schistes cristallins, sur la rive droite du Fleuve Rouge, à l'ouest de Trinh-Tuong, près de Tahoti et de Ba-Xat. Dans ces gisements, les cristaux, de même type que les précédents, ont en moyenne de 2 à 3 cm., mais atteignent quelquefois la grosseur d'un œuf. Le rutile est fréquent dans des alluvions du fleuve Rouge et de la Rivière Noire.

CASSITÉRITE (T. III, pp. 217 et 804).

Madagascar. — Le R. Baron a signalé (*Quart. Jour. geol. Soc.* XLV. 303. 1889) un échantillon de cassitérite, qu'il a trouvé entre les mains d'un indigène de l'Ankaratra, mais dont le gisement exact n'est pas connu.

L'échantillon en question fait partie de sa collection, acquise par le Muséum : il consiste en un fragment de cassitérite, présentant un aspect assez peu habituel, noir, à éclat très vitreux, presque incolore en lames minces ; il est dépourvu de toute gangue. Ses fissures renferment de petites rosettes d'étain métallique, dont la présence est assez singulière ; s'agit-il d'une association d'étain natif et de cassitérite ou bien cet échantillon aurait-il été plongé dans un bain d'étain fondu ? et dans quel but ? Je me borne à poser la question ne pouvant la résoudre.

ZIRCON (T. III, p. 206 et 812).

Des gisements de zircon, fournissant des cristaux comparables à ceux du Velay, mais souvent de bien plus grandes dimensions, et présentant les mêmes associations dans des cendres basaltiques, sont à signaler, aux environs de Diégo-Suarez (*Madagascar*), d'Anjouan (*Comores*), de la dent des Mamelles près de Dakar (*Afrique Occidentale*). M. Etchegarray m'a remis, provenant de ce dernier gisement, un cristal, $b^{1/2}$, opaque, qui mesure 2 cm. de longueur.

Tous ces cristaux sont souvent en partie décolorés et présentent des phénomènes de corrosion superficielle dus à l'action caustique du magma : ils proviennent des roches granitiques sous-jacentes.

ZINCITE ¹.

Hexagonale, hémimorphe.

$$b : h = 1000 : 1621,90$$

$$[a : c = 1 : 1,6219 \text{ (Rinne).}]$$

$$pb^4 = 118^{\circ}6'$$

Formes et facies. Les cristaux naturels sont rares; ils sont terminés à l'une des extrémités par p (0001) et à l'autre par une pyramide. Les cristaux artificiels sont généralement allongés suivant c : avec m , a^4 , b^4 , a^4 .

Clivages. Clivages, parfaits suivant p (0001), distincts suivant m (10 $\bar{1}$ 0). Cassure presque conchoïde.

Dureté. 5, à 4,5. Fragile.

Densité. 5,68.

Coloration et éclat. Jaune ou rouge foncé (variété manganésifère). Transparente ou translucide. Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* (n_g), avec très forte réfringence et biréfringence assez grande.

Composition chimique. La composition théorique est la suivante; il existe souvent du manganèse.

Zn	80,3
O	19,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, noircit, puis reprend sa couleur. Infusible. Au chalumeau, donne, au feu réducteur, l'enduit caractéristique de l'oxyde de zinc, qui, humecté d'azotate de cobalt, puis chauffé au feu réducteur, devient vert; parfois réactions du manganèse.

Soluble dans les acides sans effervescence.

Altérations. Au contact de l'air, se transforme en smithsonite.

Diagnostic. Les formes, les propriétés du clivage, perpendiculaire à n_g , et les essais pyrognostiques sont caractéristiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Très rare dans les gisements naturels, la zincite se forme au contraire facilement dans un grand nombre d'opérations métallurgiques.

¹. A placer dans la systématique avant *corindon*, t. III, p. 237.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Algérie. — *Constantine.* La zincite n'est connue jusqu'à présent que dans les gisements zincifères et manganésifères des environs de Franklin dans le New Jersey, aussi la mention que vient de faire M. Dussert (*A. M.* XVII. 40. 910) de l'existence de ce minéral en cristaux orangés dans quelques gisements calaminaires algériens et notamment au Djebel Gustur est-elle spécialement intéressante; malheureusement, cette observation, consignée au cours d'un travail sur les mines algériennes, est très sommaire et n'est pas accompagnée d'une description complète.

2° *Dans les produits d'incendie.*

Antilles. — *Martinique.* Dans les produits fondus, riches en zinc, de l'incendie de Saint-Pierre, dont il est question page 311, j'ai observé (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* 1904. 635) la formation de nombreux cristaux prismatiques de zincite d'un jaune d'or; ils se sont formés surtout dans des scories, très riches en fayalite, contenant de la mélilite. Ils forment des agrégats, souvent entourés de cristaux de spinelle et de willémité.

3° *Dans les produits d'usine.*

De beaux cristaux de zincite, généralement colorés en jaune d'or ou en jaune verdâtre, se forment dans les usines métallurgiques, non seulement dans celles qui traitent des minerais de zinc, mais encore dans des hauts-fourneaux où l'on utilise des minerais de fer, ne contenant que des traces de blende, échappant à l'examen direct.

Ces cristaux se produisent soit dans les fentes des soles des fourneaux, soit dans la partie supérieure des appareils, où ils viennent se sublimer.

CORINDON (T. II, p. 237).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Les roches à *diaspore*, *andalousite*, *svanbergite*, etc., des filons de pyrite de Chizeuil renferment du corindon, qui souvent n'est qu'accessoire, mais peut parfois devenir prédominant, constituant alors des masses blanches, cristal-

lines, extrêmement dures et tenaces. Il y forme des tables aplaties suivant a^1 (0001), renfermant des inclusions de rutile, pressées les unes contre les autres ou réunies par de grandes plages d'andalou-site incolore ou de diaspore.

HÉMATITE (T. III, p. 247).

Dans les produits des houillères embrasées.

Plateau Central. — *Aveyron.* Je dois à M. de Brun la connaissance d'hématite en lamelles hexagonales basées, ternes, provenant des houillères embrasées de Decazeville.

CUPRITE (T. III, p. 304).

Congo. — Quelques cristaux, $a^1 b^1$, de cuprite ont été trouvés à Mindouli. Plus souvent ce minéral y forme de belles masses translucides, d'un rouge cochenille, à cassure conchoïde, ou des veinules dans le calcaire. Elle est associée au cuivre natif, à la malachite, à la planchélite et à l'argent natif et provient de la transformation de la chalcosite. M. de Romeu a rapporté récemment un échantillon dans lequel la cuprite est enveloppée de cristaux de diopase.

OPALE (T. III, pp. 316 et 810).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* MM. Barbier et Gonnard n'ont pas trouvé de fluor dans l'opale (fiorite) des environs de Royat (*B. S. M.* XXXII. 85. 1909).

Je dois à M. E. Percepid une branche de dicotylédonée, trouvée dans les fouilles faites en 1891 pour l'édification de l'aile sud de l'établissement thermal du Mont-Dore : elle était enfouie à une profondeur de 3 mètres dans des alluvions parcourues par les sources thermales (+ 35° à 38° C.); celles-ci, surtout minéralisées par de l'anhydride carbonique et du chlorure de sodium, renferment une quantité notable de silice. La structure anatomique de ce bois est conservée, mais les tissus sont entièrement transformés en opale (SiO^2 89; H^2O 10; Al^2O^3 , Fe^2O^3 1 %, d'après une analyse de M. Stoyanoff). Cette observation est intéressante en ce qu'elle donne des indications sur le mécanisme

de la silicification des bois fossiles se trouvant si souvent dans les tufs volcaniques et en particulier dans ceux d'Auvergne.

M. K. Schmidt vient de donner une étude (*A. M.* XVII. 370. 1910) sur quelques gisements de tripoli (*randannite*) d'Auvergne; elle renferme plusieurs analyses [91,61 de SiO² (Auxillac) à 57,15 (Joursac)].

Antilles. — *Martinique et Guadeloupe.* J'ai rencontré de l'opale pulvérolente et de l'opale concrétionnée, de formation actuelle, dans l'andésite récente de la Montagne Pelée et dans les labradorites de la Soufrière de la Guadeloupe attaquées par les fumerolles sulfhydriques. Ce minéral se forme en abondance à l'orifice de toutes ces fumerolles; les roches d'où elles sortent deviennent blanches et peu à peu tous leurs éléments autres que la silice disparaissent.

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Garde m'a remis un joli échantillon d'opale de feu, qu'il a recueilli dans les fentes du granite de Niamey.

DIASPORE (T. III, p. 240).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* J'ai parlé à plusieurs reprises, dans ce volume, d'une curieuse roche trouvée accidentellement dans le filon de pyrite de Chizeuil en Chalmoux; elle est essentiellement constituée par de la pyrophyllite, de la kaolinite, du corindon, de l'andalousite, de la pyrite et renferme de la svanbergite et du diaspore; ce dernier minéral constitue des cristaux lamellaires ne dépassant guère 4 mm.; ils sont aplatis suivant $g^1(010)$, incolores ou légèrement rosés. Leur éclat vitreux est extrêmement vif, les plus gros sont enveloppés dans la kaolinite, ils ont été souvent ployés par des actions dynamiques. Leurs propriétés optiques ne permettent de les confondre avec aucun autre minéral.

CARBONATES

CALCITE (T. III, p. 457).

Congo. — M. de Romeu m'a rapporté récemment de Mindouli des géodes de calcite provenant des calcaires noirs : elles sont tapissées de petits cristaux d^2 (dominant), terminés par p b^4 et des scanéloèdres b^x très striés. Ces cristaux en supportent de beaucoup plus gros, toujours maclés suivant a^4 , dans lesquels d^2 est réduit, alors que les formes observées dans le pointement des petits cristaux prédominent.

SMITHSONITE ET AURICHALCITE (T. III, pp. 628 et 739).

Alpes. — *Hautes-Alpes.* Je dois à M. Thénaud des échantillons de smithsonite concrétionnée, associée à de l'*aurichalcite*, dans les affleurements de filons traversant les schistes secondaires de Bréziers.

Algérie. — Des renseignements précis sur les gisements calaminaires ont été donnés par M. Dussert dans un mémoire récent consacré aux gîtes métallifères de l'Algérie (*A. M.* XVII. 24. 1910).

Tunisie. — Je dois à M. Varela un échantillon de smithsonite provenant de Djebba ; il se présente avec un aspect peu habituel, qui rappelle la dolomite, il consiste en une masse spathique blanche, renfermant des cavités, que tapissent des rhomboèdres p de 3 à 4 mm., parfois recouverts de petits cristaux de calamine.

MALACHITE (T. III, p. 742).

Congo. — De nouveaux échantillons de diopside de Mindouli, que j'ai étudiés récemment, se rapportent à la forme représentée par la figure II, p. 748, avec en outre la macle suivant h^1 , que je n'avais pas encore observée dans ce type.

THERMONATRITE (T. III, p. 782).

Propriétés optiques. Dans la description des propriétés optiques de ce minéral, le signe de la bissectrice a été omis ; cette bissectrice est *négative*.

PHOSGÉNITE (T. II, p. 779).

Tunisie. — J'ai trouvé des cristaux de phosgénite de 2 mm. dans une cavité d'un clou de cuivre, retiré des fouilles sous-marines de Mahdia (voir à *cotunnite*). Ils sont aplatis suivant p , et présentent les formes m , h^2 , h^1 , avec quelquefois $b^{1/2}$; ils sont transparents et groupés en grand nombre à axes parallèles.

SULFATES, FERRATES

BARYTINE (T. IV, p. 47).

Plateau Central. — *Rhône.* Des filons de barytine laminaire se trouvent près des aqueducs romains, à la croisée de la nouvelle et de la vieille route de Beaunan à Chaponost, où ils renferment çà et là des mouches de galène.

Afrique Occidentale. — *Sénégal.* M. Hubert a trouvé à Dinguirra près Kayes des filons de barytine laminaire au milieu d'un calcaire.

Madagascar. — La barytine laminaire abonde aux affleurements des filons quartzeux aurifères de la région de l'Andavakoera et constitue peut-être une venue distincte : elle est rarement aurifère. J'ai vu chez MM. Mortages et Grignon un échantillon imprégné d'argent natif. On la rencontre aussi dans des filons en dehors de la zone aurifère.

EPSOMITE (T. IV, p. 212).

Périgord. — *Dordogne.* Je dois à M. Besnard du Temple un échantillon d'epsomite en fibres soyeuses, formées dans les fentes des sédiments secondaires de Saint-Jean-de-Cole par le mécanisme décrit plus haut.

MAGNÉTITE (T. IV, p. 315).

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Hubert a trouvé (*op. cit.* p. 473) des amas (ségrégations) de magnétite titanifère compacte ou grenue dans le gabbro de Mardaga; ce gisement a peut-être un intérêt économique.

PHOSPHATES

ÉVANSITE (T. IV, p. 531).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Je viens d'observer des croûtes mamelonnées blanches d'évansite, translucide par places, dans les cavités de la pyrite des filons de Chizeuil.

APATITE (T. IV, p. 378).

Bretagne. — *Morbihan*. M. Bézier m'a communiqué une masse cristalline d'apatite d'un bleu de lin, creusée de géodes, avec petits cristaux nets : elle provient de veines de quartz de pegmatites traversant les micaschistes de Mahabra près Questembert.

Plateau Central. — *Corrèze*. Les pegmatites de Lubersac fournissant les grandes lames de muscovite, décrites dans ce volume, page 733, contiennent de gros cristaux verts fendillés d'apatite, parfois englobés dans le mica.

DAHLLITE ET COLOPHANITE (T. IV, pp. 555 et 561).

Aux mémoires cités plus haut au sujet de l'origine des phosphorites, il y a lieu d'ajouter Nègre (*B. S. G.* VIII.490.1908) et Gaillard (*Ann. univ. Lyon*, n° 23, 1908) et pour celle des phosphates sédimentaires, Pervinquière (*Étude géol. Tunisie centr.* 1903).

Afrique Occidentale. — L'existence de phosphates sédimentaires dans le crétacé du bas Sénégal, entre Dakar et Joal, a été signalée par M. Stanislas Meunier (*Bull. Muséum*, 1898. 111) d'après des échantillons de sondage recueillis par M. Dollot.

Je dois à M. A. Chevalier des échantillons de colophanite à aspect de silex blond translucide, recueillis par lui sur la plage de Rufisque et qui doivent sans doute être rapportés à ce niveau. Ils sont constitués par des fibres de dahllite.

Tonkin. — M. Dupouy a cité une phosphorite au Nord de Vietry. Tout récemment, il a été découvert dans la région de Lang-Son des poches à phosphorites, creusées dans des calcaires paléozoïques. Les minéraux que j'ai étudiés sont constitués par des masses concrétionnées, feuilletées ou compactes, blanches ou brunes, de colophanite et par des rognons à longues fibres blanches soyeuses (3 cm.) de dahllite.

Dans la région de Thai-Nguyen, la colophanite concrétionnée mélangée à de la limonite scoriacée se trouve dans les cavités de calcaires métamorphiques.

Annam. — J'ai examiné aussi des phosphates concrétionnés d'un blanc jaunâtre, formés par de la colophanite impure, à aspect terne, qui a été trouvée dans les mêmes conditions à Thanh-Hoa.

COMPOSÉS ORGANIQUES

ASPHALTES — PISSASPHALTES — PÉTROLES (T. IV, p. 621).

Madagascar. — Je dois au lieutenant Bühler des échantillons recueillis au cours d'un itinéraire allant de Morondava (par la côte nord-ouest) à Bororoha par le Mangoky : cette région est sédimentaire. De Berafia, vient un asphalte compact très pur ; des sources d'Antranotakatra, du pissasphalte très poisseux et enfin d'Ambatofiha, sur le Ranobé, des grès imprégnés de pissasphalte. La collection du Muséum possédait déjà un échantillon provenant de la haute-vallée du Ranobé (Lakopanja).

Des sondages sont faits actuellement plus au nord, dans les schistes liasiques du voisinage de la Tsiribihina, pour la recherche du pétrole.

RÉSINES FOSSILES (T. IV, p. 639).

Normandie. — *Seine-Inférieure.* Varambaux a signalé des morceaux de résine fossile dans des argiles (sparnaciennes) de la vallée de la Bresle.

APPENDICE AUX SILICATES

ANDALOUSITE

T. I, p. 23.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Dans la description que j'ai donnée plus haut, p. 594, de la roche à diaspore, svanbergite, etc., de Chizeuil, j'ai désigné sous le nom de *chizeuilite*, en renvoyant à ce supplément, un minéral, que je croyais alors nouveau et qui n'est en réalité qu'une variété, à aspect spécial, d'andalousite. Ce nom doit donc être abandonné.

Ce minéral forme des prismes incolores ou d'un blanc laiteux de quelques millimètres, englobant souvent pæcilitiquement une quantité considérable de cristaux de corindon, avec parfois diaspore, svanbergite, etc.; il constitue aussi à lui seul des masses de la grosseur du poing, dans lesquelles il n'est associé qu'à de la pyrite, à de la covellite et à du rutile (au moins en partie microscopique). Malheureusement, tous les échantillons de ce type, que j'ai examinés, sont imprégnés de *kaolinite* secondaire et ont un aspect mat. Il existe des pseudomorphoses complètes de ce minéral en kaolinite.

Les propriétés optiques sont celles de l'andalousite, mais les clivages sont souvent absents. Je suis arrivé à purifier incomplètement une petite quantité de matière, qui a fourni à M. Pisani les résultats suivants :

SiO ²	32.45
Al ² O ³	64.20
H ² O	2.27
Rutile	0.80
	<hr/>
	99.72

Ces nombres sont un peu différents de ceux de l'andalousite, mais le minéral étudié n'a pu être complètement séparé d'une petite quantité de kaolinite. C'est donc une andalousite absolument incolore.

Dans le même gisement, on a trouvé une autre roche curieuse, cons-

tituée par une petite quantité d'oligoclase-albite, en voie de transformation de kaolinite et par des prismes d'andalousite de quelques millimètres de longueur, entièrement transformés en muscovite. Ces deux minéraux sont entourés par de la *blende* noire qui les enveloppe ophitiquement.

CROSSITE, TSCHERNICHÉWITE ET ÆGYRINE.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Je viens d'étudier un échantillon de la roche à riebeckite du pic Traversier, que je dois à l'obligeance de M. Termier (voir plus haut, p. 798). Son amphibole est à rapprocher de l'*osannite* et paraît en particulier identique à la *tschernichéwite* de MM. Duparc et Pearce (*C. R.* CXLIV. 763. 1907). Le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (sa trace est parallèle à celle de h^1 dans les sections transversales). n_p fait un petit angle avec c , dans l'angle aigu ph^1 . $2V$ est voisin de 90° et la bissectrice aiguë semble *positive*, avec une très forte dispersion.

Le pléochroïsme est intense :

n_g = violet foncé
 n_m = vert jaune très pâle
 n_p = vert bleu foncé.

Il faut noter comme particulièrement intéressant que le minéral vert foncé, dont les aiguilles sont moulées par celles de l'amphibole, est de l'*ægyrine*. L'association de ces deux minéraux sodiques dans un accident des schistes lustrés est à comparer à celle que j'ai signalée dans les calcschistes de l'île de Polycandros dans l'Archipel grec (*C. R.* CXXIV. 628. 1897), où l'*ægyrine* est associée à des glaucophanes, dont quelques-unes sont à rapporter à la *crossite*.

Corse. — L'amphibole bleue, de Venzolasca, que j'ai signalée tome II, page 699, comme riebeckite, est une *crossite* typique.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

A	Pages.	
Acerdèse	III. 352.	Amalgame..... II. 413.
Acmite.....	IV. 771.	Amazonite..... IV. 817.
Actinote..... I. 645 ; IV. 785.		Amblygonite..... IV. 413.
Adamite.....	IV. 424.	Amblystégite..... I. 556 ; IV. 764.
Adélite.....	IV. 430.	Ambre..... IV. 639.
Adulaire..... II. 26, 67.		Améthyste..... III. 40.
Ægyrinaugite..... I. 569 ; IV. 769.		Amiante..... I. 646.
Ægyrine..... I. 610 ; IV. 771.		Amiantoïde..... I. 646.
Ænigmatite..... I. 708 ; IV. 801.		Amphiboles..... I. 633 ; IV. 784.
Ærinite..... I. 403.		Amphigène (leucite).. II. 3 ; IV. 804.
Æschynite..... IV. 609.		Analcime..... II. 281 ; IV. 832.
Ætite..... III. 399.		Anatase..... III. 176.
Agate..... III. 134.		Andalousite... I. 25, 252 ; IV. 676.
Aigue-marine..... IV. 806.		Andésine..... II. 174 ; IV. 820.
Aikinite..... II. 709.		Angelardite..... IV. 522.
Ainalite..... III. 219.		Anglarite..... II. 693 ; IV. 523.
Akermanite..... I. 492.		Anglésite..... IV. 130.
Alabandite..... II. 542.		Anhydrite..... IV. 37.
Albâtre gypseux..... IV. 167.		Ankérîte..... III. 658.
Albite..... II. 138 ; IV. 819.		Annabergite..... IV. 464.
Alios..... III. 398.		Anomite..... I. 310.
Allanite..... I. 156 ; IV. 711.		Anophorite..... IV. 792.
Allemontite..... II. 383.		Anorthite..... II. 192.
Allingite..... IV. 645.		Anorthose..... II. 114 ; IV. 813.
Alloclasite..... II. 664.		Anthophyllite..... I. 635 ; IV. 784.
Allophane..... I. 484 ; IV. 749.		Anthracite..... IV. 649.
Alluaudite..... IV. 365.		Anthraconite..... III. 437.
Almandin..... I. 239 ; IV. 726.		Antigorite..... I. 417.
Alstonite..... III. 663.		Antimoine..... II. 384.
Aluminite..... IV. 243.		Antozonite..... II. 778.
Alunite..... IV. 138.		Apatélite..... IV. 246.
Alunogène..... IV. 234.		Apatite..... IV. 378, 903.
		Aphanèse..... IV. 435.
		Apjohnite..... IV. 255.

Bornite (érubescite) II. 673; IV. 868.	Carpholite..... I. 111.
Boronatocalcite..... IV. 352.	Carphosidérite..... IV. 145.
Bort..... II. 353.	Carton de montagne. I. 646; IV. 745.
Botryogène..... IV. 263.	Cassitérite... III. 217, 804; IV. 896.
Boulangérite..... II. 695; IV. 873.	Catapléite..... IV. 826.
Bournonite..... II. 699; IV. 874.	Céladonite..... I. 414.
Bowénite..... I. 420.	Célestite..... IV. 103.
Bowlingite..... I. 442.	Cémentite..... II. 469.
Brandisite..... I. 361.	Cérargyrite.... II. 771; IV. 884.
Braunite..... IV. 1.	Cérasite..... I. 514.
Bravaisite..... I. 416.	Cérolite..... I. 438.
Breislakite..... I. 684.	Cérusite..... III. 699.
Breithauptite..... II. 559.	Cervantite..... IV. 376.
Breunérite..... III. 588.	Ceyssatite..... III. 326.
Brewstérite..... II. 292.	Chabasia..... II. 324; IV. 836.
Brochantite..... IV. 148.	Chalcantite..... IV. 231.
Bromyrite..... II. 773.	Chalcomorphite..... II. 351.
Bronzite..... I. 546.	Chalcolite..... IV. 550.
Brookite..... III. 169; IV. 894.	Chalcophyllite..... IV. 517.
Brucite..... III. 401.	Chalcopyrite.... II. 678; IV. 868.
Brushite..... IV. 491.	Chalcosite..... II. 512; IV. 853.
Buratite..... III. 740.	Chalcotrichite..... III. 303.
Bustamite..... I. 630.	Chamoisite..... I. 397.
Byssolite..... I. 646.	Chamosite..... I. 397.
Bytownite..... II. 192.	Chazellite..... II. 693.
C	
Cabrérite..... IV. 452.	Chessylite..... III. 751.
Cacholong..... III. 317, 334.	Chiastolite..... I. 26; IV. 676.
Cacoxénite..... IV. 528.	Chizeuilite..... IV. 905.
Calamine..... I. 19; IV. 675.	Chloanthite..... II. 632; IV. 861.
Calcédoine..... III. 133, 803.	Chlorite de Mauléon. I. 383; IV. 739.
Calcédonite..... III. 124.	Chlorites..... I. 373.
Calciostrontianite..... III. 663.	Chloritoïde..... I. 361; IV. 738.
Calcite..... III. 417, 803; IV. 901.	Chloromélanite... I. 616; IV. 773.
Calédonite..... IV. 155.	Chloropale..... I. 488.
Callaïs..... IV. 480.	Chlorophyllite..... I. 516.
Calomel..... II. 774.	Chlorospinelle..... IV. 297.
Campylite..... IV. 407.	Chondrodite..... I. 119; IV. 706.
Cancrinite..... I. 503.	Christianite..... II. 296; IV. 835.
Carbonado..... II. 353.	Chromite..... IV. 311.
	Chromocre..... I. 358.
	Chromopicotite..... IV. 311.

Chrysobéryl.....	IV. 344	Croisette.....	I. 9.
Chrysocole.....	I. 263; IV. 732.	Crossite.....	IV. 799, 906.
Chrysoprase.....	III. 134.	Cryptolite.....	IV. 381.
Chrysotile.....	I. 431; IV. 743.	Ctypéite.....	III. 728.
Cinabre.....	II. 547; IV. 857.	Cubanite.....	IV. 869.
Claudéteite.....	II. 17.	Cuir de montagne.	I. 646; IV. 745.
Clinobronzite.....	IV. 765.	Cuivre.....	II. 400.
Clinochlore.....	I. 379; IV. 739.	Cuivre gris.....	II. 719; IV. 876.
Clinoclasite.....	IV. 435.	— panaché.....	II. 674.
Clinoenstatite.....	IV. 765.	Cumengite.....	III. 807.
Clinohumite.....	I. 119; IV. 706.	Cumingtonite.....	I. 644.
Clinohypersthène.....	IV. 765.	Cuprite.....	III. 303; IV. 899.
Clinozoisite.....	IV. 709.	Cuproadamite.....	IV. 425.
Clintonite.....	I. 360.	Cuprocalcite.....	III. 436.
Cobaltite.....	II. 635.	Cuprodescloizite.....	IV. 418.
Cobaltoadamite.....	IV. 425.	Cuprogoslarite.....	IV. 219.
Coccolite.....	I. 609.	Cuproscheelite.....	IV. 267.
Cohénite.....	II. 469.	Cyanose.....	IV. 231.
Collyrite.....	I. 486.	Cyanotrichite.....	IV. 265.
Colophanite.....	IV. 561.	Cymatolite.....	I. 618.
Columbite.....	IV. 613, 915.	Cymophane.....	IV. 344.
Comarite.....	IV. 742.		
Confolensite.....	I. 480.	D	
Connarite.....	IV. 742.	Dahllite.....	IV. 555.
Connellite.....	IV. 238.	Damourite.....	I. 335.
Copalite.....	IV. 638.	Danaïte.....	II. 664.
Copiapite.....	IV. 247.	Danburite.....	IV. 721.
Coquimbite.....	IV. 239.	Dannémorite.....	I. 634.
Cordiérite.....	I. 512; IV. 759.	Datholite.....	I. 74; IV. 682.
Corindon.....	III. 237, 805.	Davreuxite.....	I. 360.
Corkite.....	IV. 596.	Dawsonite.....	III. 775.
Cornaline.....	III. 134.	Delanouite.....	I. 483.
Cossaïte.....	I. 354.	Delessite.....	I. 394; IV. 739.
Cossyrite.....	I. 708; IV. 801.	Delvauxite.....	IV. 538.
Cotunnite.....	IV. 889.	Descloizite.....	IV. 427.
Coupholite.....	I. 265.	Desmine (stilbite).....	II. 312.
Covellite.....	II. 552; IV. 857.	Destinézite.....	IV. 597.
Craie de Briançon.....	I. 452.	Dewalquite.....	I. 124.
Crichtonite.....	III. 285.	Deweylite.....	I. 437; IV. 743.
Cristobalite.....	III. 25, 806.	Diadochite.....	IV. 599.
Crocidolite.....	I. 691.	Diallage.....	I. 569; IV. 770.

Dialogite.....	III. 623.	Epsomite.....	IV. 212, 902.
Diamant.....	II. 353.	Erubescite.....	II. 673; IV. 868.
Diamant d'Alençon.....	III. 50.	Erythrite.....	IV. 461.
— de Saint-Maime.....	III. 120.	Etain.....	II. 388.
Diaspore.....	III. 340; IV. 900.	Eucolite.....	IV. 823.
Dietrichite.....	IV. 255.	Eucryptite.....	I. 496.
Dihydrate.....	IV. 433.	Eudialyte.....	IV. 823.
Diopside.....	I. 568.	Euxénite.....	IV. 610.
Diopside chromifère.....	I. 569.	Evansite.....	IV. 532, 903.
Diopase.....	I. 257; IV. 730.	Exitèle (valentinite).....	III. 19.
Dipyre.....	II. 204; IV. 828.		
Disomose (gersdorffite)....	II. 637.	F	
Disthène.....	I. 65, 253; IV. 680.	Fahlerz (cuivre gris).II.	719; IV. 876.
Dolomite.....	III. 637 et 808.	Fahlunite.....	I. 516.
Dopplérite.....	IV. 666.	Fassaite.....	I. 569.
Drécite.....	IV. 62.	Fayalite.....	I. 195; IV. 714.
Dréelite.....	IV. 61.	Feldspaths.....	II. 23; IV. 813.
Dubuissonite.....	IV. 749.	— monocliniques..	II. 64; IV. 813.
Dufrénite.....	IV. 437.	— tricliniques..	II. 113; IV. 820.
Dumasite.....	IV. 739.	Felsöbanyite.....	IV. 245.
Dumortierite.....	I. 15; IV. 678.	Fer.....	II. 391.
Dyscrasite.....	II. 465.	— azuré.....	IV. 459.
Dysluite.....	IV. 310.	Fer nickelé.....	II. 395.
Dysodyle.....	IV. 665.	Ferbérite.....	IV. 282.
		Fergusonite.....	IV. 608.
E		Ferrobrucite.....	III. 402.
Eau.....	III. 1.	Ferrocaltite.....	III. 437, 583.
Ecume de mer.....	I. 454.	Ferrogoslarite.....	IV. 219.
Edénite.....	I. 661.	Ferropicotite.....	IV. 306.
Eggnéite.....	IV. 536.	Fers titanés.....	III. 284.
Ehélite.....	IV. 433.	Fibroferrite.....	IV. 241.
Eisenrose.....	III. 250.	Fibrolite.....	I. 50; IV. 679.
Elatérite.....	IV. 635.	Fiorite.....	III. 317.
Electrum.....	II. 418.	Flajololite.....	IV. 509.
Eléolite.....	I. 497; IV. 753.	Fluocolophanite.....	IV. 561.
Emeraude.....	II. 9.	Fluorine.....	II. 775.
Emeri.....	III. 238.	Forchérite.....	III. 316.
Endlichite.....	IV. 410.	Forstérite.....	IV. 712.
Enstatite.....	I. 546.	Fouchérite.....	IV. 535.
Enstatite-augite.....	IV. 767.	Fournérite.....	II. 728.
Epidotes.....	I. 127; IV. 709.	Francolite.....	IV. 558.

Franklinite	IV. 343.	Greenockite	II. 545; IV. 856.
Freibergite	II. 719.	Grenats	I. 206; IV. 723.
Freieslébénite	II. 695.	Groppite	I. 713.
Friedélite	I. 302.	Grossulaire	I. 217; IV. 723.
Fritschéite	IV. 549.	Grünerde	I. 414.
Fuchérite	IV. 535.	Grunérite	I. 642; IV. 785.
Fuchsite	I. 336; IV. 735.	Guarinite	IV. 783.
Fülleisen	II. 396.	Gümbélite	I. 336.
G		Gummite	I. 477.
Gahnite	IV. 310.	Gymnite	I. 437.
Gaize	I. 474.	Gypse	IV. 164.
Galapectite	I. 477.	H	
Galène	II. 471; IV. 851.	Halite	II. 743; IV. 883.
Garniérite	I. 439.	Hallérite	IV. 738.
Gédanite	IV. 639.	Halloysite	I. 474; IV. 748.
Gédrite	I. 635; IV. 784.	Halotrichite	IV. 255.
Gehlénite	I. 492.	Hambergite	IV. 347.
Geikielite	III. 284.	Harkise (millérite)	II. 554.
Gelberde	I. 487.	Harmotome	II. 309.
Gersdorffite	II. 637.	Hastingsite	IV. 794.
Giesseckite	I. 498.	Hatchéttite	IV. 619.
Gigantolite	I. 516; IV. 759.	Hatchéttolite	IV. 604.
Giobertite	III. 587.	Hausmannite	IV. 3.
Girasol	III. 316.	Hauÿne	I. 507; IV. 755.
Gismondite	II. 321; IV. 836.	Hayésine	IV. 353.
Glace	III. 1.	Hédenbergite	I. 569.
Glairine	II. 369.	Hédyphane	IV. 377.
Glaubérite	IV. 33.	Héliotrope	III. 134.
Glaucodot	II. 664.	Helminthe	I. 388.
Glauconie	I. 406; IV. 740.	Hématite	III. 247; IV. 899.
Glaucophane	I. 699; IV. 799.	Hématocoonite	III. 436.
Glessite	IV. 639.	Hercynite	IV. 298.
Glockérite	IV. 250.	Herdérite	IV. 430.
Gmélinite	IV. 837.	Herrérite	III. 628.
Gœthite	III. 349.	Hétérosite	IV. 468.
Gonnardite	II. 279.	Heulandite	II. 287; IV. 834.
Goslarite	IV. 218.	Hibschite	IV. 704.
Grandidiérite	IV. 670.	Hiordahlite	I. 540; IV. 782.
Graphite	II. 355; IV. 839.	Hisingérite	I. 405.
Graphitite	II. 355.	Hitchcockite	IV. 587.

Lehm.....	I. 474.	Malacolite.....	I. 569.
Lenzinite.....	I. 477, 482.	Malacon.....	III. 338.
Lépidocrocite.....	III. 360.	Mallardite.....	IV. 221.
Lépidolite.....	I. 355; IV. 736.	Malthe.....	IV. 621.
Leptochlorites.....	I. 393.	Manganapatite.....	IV. 393.
Less.....	I. 474.	Manganite.....	III. 352, 809.
Lettsomite.....	IV. 265.	Manganobrucite.....	III. 402.
Leuchtenbergite...	I. 383; IV. 739.	Manganocalcite.....	III. 437.
Leucite.....	II. 3; IV. 804.	Manganocolumbite.....	IV. 615.
Leucochalcite.....	IV. 512.	Manganomagnétite.....	IV. 317.
Leucopyrite.....	II. 660.	Manganotantalite.....	IV. 615.
Leucoxène (sphène).....	II. 254.	Marbres.....	III. 441.
Leverriérite.....	I. 461; IV. 741.	— onyx.....	III. 543.
Libéthénite.....	IV. 418.	Marcasite.....	II. 641.; IV. 861.
Liebénérite.....	I. 498.	Margarite.....	I. 361.
Liège de montagne.	I. 646; IV. 745.	Marmolite.....	I. 420.
Lignite.....	IV. 660.	Marnes.....	I. 474.
Limnite.....	III. 366.	Martite.....	III. 249; IV. 318.
Limon.....	I. 474.	Martourite.....	II. 693.
Limonite.....	III. 366.	Mascagnite.....	IV. 27.
Linarite.....	IV. 152.	Maskelynite.....	IV. 821.
Linnéite.....	IV. 870.	Massicot.....	III. 311.
Liskéardite.....	IV. 488.	Mauléonite.....	I. 383; IV. 739.
Lithiophyllite.....	IV. 361.	Mégabasite.....	IV. 291.
Löllingite.....	II. 660.	Mélaconite.....	III. 310.
Luckite.....	IV. 223.	Mélanite.....	I. 230; IV. 725.
Ludlamite.....	IV. 523.	Mélanterite.....	IV. 222.
Lunnite.....	IV. 433.	Melilite.....	I. 492; IV. 752.
Lussatite.....	III. 168; IV. 894.	Mélinite.....	I. 487.
Lutécite.....	III. 126.	Mellite.....	III. 799.
Lydienne.....	III. 153.	Ménaccanite.....	III. 288.
M			
Macle.....	I. 26.	Mendozite.....	IV. 253.
Magnésiochromite.....	IV. 311.	Ménilite.....	III. 332, 810.
Magnésioferrite.....	IV. 317.	Mercure.....	II. 414; IV. 841.
Magnésite.....	I. 454.	Mésilite.....	III. 594.
Magnesiumdiopsid.....	IV. 768.	Mésole.....	II. 258; IV. 830.
Magnétite.....	IV. 315, 902.	Mésolite.....	II. 276; IV. 832.
Magnetkise (pyrrhotite)...	II. 561.	Mésotype.....	II. 263; IV. 830.
Malachite.....	III. 742; IV. 901.	Métaautunite.....	IV. 545.
		Métabrushite.....	IV. 490.
		Métacristobalite.....	III. 806.

Métathénardite.....	IV. 32.	Natroncatapléite.....	IV. 827.
Métavoltite.....	IV. 259.	Natrophylite.....	IV. 364.
Métaxite.....	I. 432.	Némalite.....	III. 401.
Meulières.....	III. 152.	Néotantalite.....	IV. 606.
Meymacite.....	III. 314.	Néphéline.....	I. 496; IV. 752.
Micas.....	I. 305; IV. 734.	Néphrite.....	I. 646.
Mica palmé.....	I. 338.	Népouite.....	IV. 741.
Michel-lévyte.....	IV. 48.	Neslite.....	III. 335.
Microcline.....	II. 118; IV. 817.	Nesquéhonite.....	III. 789.
Microлите.....	IV. 605.	Newkirchite.....	III. 333.
Microsommite.....	I. 496.	Nickélite.....	II. 555.
Millérite.....	II. 554; IV. 858.	Nigrine.....	III. 195.
Miméte.....	IV. 405.	Niobite.....	IV. 613.
Minervite.....	IV. 466.	Nitratine.....	III. 405.
Minguéte.....	IV. 738.	Nitre.....	III. 406.
Minium.....	IV. 4.	Nitrocalcite.....	III. 408.
Mirabilite.....	IV. 161.	Nitromagnésite.....	III. 413.
Mispickel.....	II. 663. IV. 861.	Nontronite.....	I. 488; IV. 751.
Mohsite.....	III. 297.	Noséane.....	I. 507; IV. 755.
Molybdénite.....	II. 461, IV. 850.	Nouméte.....	I. 438; IV. 743.
Molybdite.....	III. 7, 809; IV. 296.	Nuissiérite.....	IV. 396, 401.
Monazite.....	IV. 368.		
Monheimite.....	III. 628.	O	
Montebrasite.....	IV. 413.	Ocres.....	III. 389.
Montmartrite.....	IV. 184.	Odontolite.....	IV. 577.
Montmilch.....	III. 433, 530.	Offrétite.....	II. 336.
Montmorillonite.....	I. 480; IV. 749.	Oldhamite.....	IV. 854.
Morénosite.....	IV. 220.	Oligiste.....	III. 247.
Morinite.....	IV. 539.	Oligoclases.....	II. 169.
Mosandrite.....	I. 540.	Oligonite.....	III. 598.
Mullérite.....	IV. 751.	Olivénite.....	IV. 420.
Muscovite.....	I. 334; IV. 734, 740.	Olivine.....	I. 170; IV. 715.
		Omphazite.....	I. 569.
N		Onégite.....	III. 352.
Nadorite.....	IV. 355.	Onyx siliceux.....	III. 135.
Naphtéine.....	IV. 620.	— calcaire.....	III. 543.
Naphtine.....	IV. 619.	Opale.....	III. 316. 810; IV. 899.
Natroalunite.....	IV. 142.	— nectique.....	III. 334.
Natrocaltite.....	IV. 106.	Or.....	II. 418; IV. 841.
Natrolites.....	II. 262; IV. 830.	Orbicules siliceux.....	III. 147.
Natron.....	III. 783.	Orpiment.....	II. 444; IV. 848.

*

Orthite.....	I. 156 ; IV. 711.	Phosphosidérite.....	IV. 471.
Orthochlorites.....	I. 375.	Pickéringite.....	IV. 258.
Orthose.....	II. 64 ; IV. 813.	Picotite.....	IV. 306.
Osannite.....	IV. 797.	Picrolite.....	I. 418, 432.
Ottrelite.....	I. 364 ; IV. 738.	Picrosmine.....	I. 418.
Ouralite.....	I. 579, 646.	Pictite.....	II. 235, 240.
Ouwacowite.....	I. 228 ; IV. 725.	Piémontite.....	I. 153.
Ozocérite.....	IV. 619.	Pierre d'aigle.....	III. 399.
P			
Palygorskite.....	IV. 745.	— d'aimant.....	IV. 317.
Panabase.....	II. 721 ; IV. 876.	— de Bologne.....	IV. 53.
Paraffine.....	IV. 619.	— de croix.....	I. 7.
Paragonite.....	I. 353 ; IV. 738.	— ollaire.....	I. 449.
Paraluminite.....	IV. 245.	— de savon.....	I. 460.
Paramontmorillonite.....	IV. 745.	Pigeonite.....	IV. 767.
Parasépiolite.....	IV. 745.	Pilolite.....	IV. 745.
Pargasite.....	I. 661.	Pinguite.....	I. 488.
Passyite.....	III. 132.	Pinite.....	I. 516 ; IV. 759.
Pastréite.....	IV. 145.	Pinitoïde.....	I. 353.
Pectolite.....	I. 540.	Pisanite.....	IV. 229.
Pélagosite.....	III. 539.	Pissasphaltes.....	IV. 621.
Pennine.....	I. 384 ; IV. 739.	Pistomésite.....	III. 594.
Pericline.....	II. 140.	Pitticite.....	IV. 600.
Péridots.....	I. 169 ; IV. 712.	Plagioclases.....	II. 127.
Perles.....	III. 679.	Plagionite.....	IV. 872.
Pérowskite.....	I. 537 ; IV. 763.	Planchéite.....	IV. 757.
Pétroles.....	IV. 621, 904.	Plasma.....	III. 134.
Phacélite.....	I. 496.	Platine.....	II. 389 ; IV. 841.
Phacolite (chabasia).....	II. 324 ; IV.	Pléonaste.....	IV. 298.
Pharmacolite.....	IV. 498.	Plessite.....	II. 396.
Pharmacosidérite.....	IV. 519.	Plomb.....	II. 405.
Phénacite.....	I. 201 ; IV. 718.	Plombiérite.....	II. 349.
Phillipsite (christianite).....	II. 296 ; IV.	Plumbéine.....	II. 474.
	835.	Plumbocalcite.....	III. 437.
Phillipsite (érubescite).....	II. 673 ; IV.	Plumbogummite.....	IV. 586.
	867.	Podolite.....	IV. 556.
Phlogopite.....	I. 310 ; IV. 734.	Polianite.....	III. 235.
Pholélite.....	I. 461.	Polycrase.....	IV. 611.
Phosgénite.....	III. 779 ; IV. 902.	Polyhalite.....	IV. 251.
Phosphorites.....	IV. 555.	Polysphérite.....	IV. 395.
Phosphorochalcite.....	IV. 433.	Pouzacite.....	I. 384.
		Powelite.....	IV. 267.
		Praséolite.....	I. 516.

Prédazzite.....	III. 436.	Ranciéite.....	IV. 24.
Pregrattite.....	I. 309.	Randannite.....	III. 326.
Prehnite.....	I. 264; IV. 732.	Ranite.....	IV. 755.
Prixite.....	IV. 533.	Réalgar..	II. 439; III. 568; IV. 847.
Prolectite.....	IV. 706.	Réaumurite.....	IV. 778.
Proustite.....	II. 711; IV. 880.	Redondite.....	IV. 482.
Pseudobrookite.....	III. 300.	Reinite.....	IV. 277.
Pseudocalcédonite.....	III. 159.	Résines fossiles.....	IV. 637.
Pseudohétérosite.....	IV. 469.	— subfossiles.....	IV. 645.
Pseudomalachite.....	IV. 433.	Rétinellite.....	IV. 644.
Pseudophite.....	I. 384.	Rhabdite.....	II. 467; IV. 851.
Pseudowollastonite.	I. 624; IV. 777.	Rhodizite.....	IV. 350.
Psilomélanc.....	IV. 5, 12.	Rhodocrosite(dialogite)...	III. 623.
Ptérolite.....	I. 671.	Rhodoïse.....	IV. 462.
Purpurite.....	IV. 469.	Rhodonite.....	I. 630.
Pyralloïte.....	I. 579.	Rhönite.....	IV. 802.
Pyraryllite.....	I. 516.	Richtérite.....	I. 634.
Pyraryryrite.....	II. 715.	Riébéckite.....	I. 693; IV. 797.
Pyrénéite.....	I. 208, 220.	Rinkite.....	I. 628; IV. 780.
Pyrite.....	II. 572; IV. 859.	Ripidolite.....	I. 388; IV. 739.
— magnétique.....	II. 561.	Rivotite.....	IV. 508.
Pyrochroïte.....	III. 401.	Rœmélite.....	IV. 260.
Pyrochlore.....	IV. 603.	Rœppérite.....	IV. 715.
Pyrolusite.....	III. 235.	Romanéchite.....	IV. 6.
Pyromorphite.....	IV. 394.	Roméïte.....	IV. 360.
Pyrope.....	I. 235; IV. 726.	Rosenbuschite.....	I. 540.
Pyrophanite.....	III. 284.	Rosiérésite.....	IV. 532.
Pyrophyllite.....	I. 470; IV. 748.	Roumanite.....	IV. 640.
Pyrophysalite.....	I. 60; IV. 682.	Rubellite.....	I. 80; IV. 689.
Pyrosclérite.....	I. 387.	Rubis.....	III. 239, 805.
Pyroxènes.....	I. 539; IV. 763.	Rutile.....	III. 190, 811; IV. 895.
Pyroxène magnésien.....	IV. 766.		
Pyrrhotite.....	II. 561; IV. 858.		
Q			
Quartz.....	III. 25, 810; IV. 891.	Sagénite.....	III. 191.
Quartzine.....	III. 122.	Salite.....	I. 569.
Quercyites.....	IV. 579.	Salmiac.....	II. 767; IV. 884.
Quincyte.....	I. 459.	Salmite.....	I. 372.
R			
Rammelsbergite.....	IV. 864.	Sanidine (orthose). ..	II. 64; IV. 813.
		Saphir.....	III. 239, 805.
		Saphir d'eau.....	IV. 760.
		Saponite.....	I. 478.

Whewellite.....	III. 794.	Xénotime.....	IV. 366.
Whithérite.....	III. 695.	Xylocryptite.....	III. 800.
Willémité.....	IV. 719.	Xyloïte.....	I. 436.
Williamsite.....	I. 420.		
Wœhlérite.....	I. 627; IV. 783.	Y	
Wolfram.....	IV. 283.	Yttrotantalite.....	IV. 612.
Wollastonite.....	I. 619; IV. 777.		
Wood-copper.....	IV. 421.	Z	
Worobewite.....	IV. 812.	Zéolites.....	II. 255.
Wulfénite.....	IV. 267.	Zépharovichite.....	IV. 471.
Würtzite.....	II. 544.	Zeunérite.....	IV. 553.
		Zincite.....	IV. 897.
X		Zincocalcite.....	III. 437.
Xanthitane.....	II. 237.	Zinconise.....	III. 736.
Xanthoconite... ..	II. 717; IV. 880.	Zinkénite.....	II. 690.
Xanthophyllite.....	I. 361.	Zinnwaldite.....	I. 334; IV. 734.
Xanthosidérite.....	III. 366.	Zircon....	III. 206, 812; IV. 896.
		Zoïsite.....	I. 128; IV. 707.

ERRATA

TOME I

Page 547	ligne 13	au lieu de <i>chimiques,</i>	lire : <i>optiques.</i>
— 555	— 6	— $n_p = 1,642$	— $n_p = 1,692.$
— 574	— 4	(en remontant) 2,712	— 1,712.

TOME II

Page 29	ligne 10	au lieu de <i>péricline,</i>	lire <i>Four-la-Brouque.</i>
— 32	— 18	— <i>microcline,</i>	— <i>orthose.</i>
— 67	sous figure 2,	<i>mettre</i> plan des axes optiques parallèle à g^1 .	
— 69	— fig. 3,	<i>supprimer</i> plan des axes optiques parallèle à g^1 .	
— 77	ligne 14	au lieu de <i>île de Batz,</i>	lire <i>bourg de Batz.</i>
— 79	— 12	— <i>port de Grillaud,</i>	— <i>parc de Grillaud.</i>
— 364	— 14	(en remontant) $139^{\circ}26'30''$,	— $139^{\circ}6'30''$
	— 15	— $143^{\circ}22'$,	— $153^{\circ}30''$
— 465	dans le titre,	au lieu de <i>discrasite,</i>	lire <i>dyscrasite.</i>
— 660	— 18	— $Fe^3S^4,$	— $Fe^3As^4.$
— 679	— 6	(en remontant) au lieu de <i>homicklin,</i>	lire <i>homichlin.</i>
— 795	— 2 et 796	ligne 11 au lieu de <i>MgF,</i>	lire <i>MgF².</i>

TOME III

Page 27	ligne 15	supprimer $d^{1/37} d^{1/5} b^{1/10}.$	
— 116	— 20	au lieu de $(30\overline{36}),$	lire $(10\overline{12})$
— 169	— 13	— $(322),$	— (323)
— 171	— 8	— $e_2(132),$	— $e_3(121)$
— 173	— 10	(en remontant) $v(322),$	— $v(323)$
— 248	— 7	— $e_{39/12}(17.24.\overline{51}.39),$	— $e_{43/4}(9.8.\overline{17}.13).$
	— 8	(en remontant) $e_{39/12}(39.12.\overline{12}),$	— $e_{43/4}(13.4.\overline{4})$
— 342	— 2	(en remontant) 1837,	— 1847.
— 356	— 17	— <i>Greisswiller,</i>	— <i>Gresswiller.</i>
— 398	— 9	— <i>Baglosse... Ponteaux,</i>	— <i>Buglose... Ponteux</i>
— 417	— 10	(en remontant) <i>ajouter</i> $a^2(10\overline{14})$ (211).	
— 476	— 5	(en remontant) au lieu de <i>Zabern,</i>	lire <i>Saverne (Zabern).</i>
— 477	— 7	— <i>Maursmunster,</i>	lire <i>Marmoutier (Maurmunster).</i>
— 481	— 9	(en remontant) — <i>Hayingen,</i>	lire <i>Hayange (Hayingen).</i>
—	— 9	(en remontant) — <i>Gross-Hettingen,</i>	lire <i>Hettange-Grande (Gross-Hettingen).</i>

Page 492	ligne 28	au lieu de	Darcilly,	lire	Bacilly.
— 493	— 13	—	Vosges	—	Jura.
—	— 14	—	Pfirt	—	Ferrette (Pfirt).
—	— 17	<i>avant Belfort, ajouter Vosges.</i>			
— 499	— 9	(en remontant)	au lieu de [Alsace]	lire	[Suisse].
— 504	— 12	<i>supprimer au bout de la ligne, p et b¹.</i>			
— 549	— 12	(en remontant)	au lieu de p,	lire	a ¹ .
— 555	— 9	<i>lire i i s. e^{1/3} = 167°55' obs., 167°59' calc., s. e² > 81° 17' obs.], et ajouter : « les faces b¹ alternent avec des faces p ternes, simulant ainsi un scalénoèdre sur les arêtes de e^{1/3}.</i>			
— 556	— 16	<i>supprimer depuis « autres combinaisons », jusqu'à la fin de l'alinéa (ligne 24 inclusivement).</i>			
— 557	fig. 217	<i>intervertir les symboles β et d^{5/4}.</i>			
—	— 20	<i>au lieu de (19.0.17.1), lire (17.0.17.1).</i>			
— 613	— 7	<i>debout, lire à plat.</i>			
— 657	— 7	<i>ajouter au début Mine de Saint-Sylvestre (Urbeis).</i>			
— 689	— 7	(en remontant)	au lieu de	Musbach,	lire Musloch.
— 729 à 735	la signature est CTYPÉITE et non CÉRUSITE.				
— 745	ligne 7	<i>au lieu de Rhin, lire Rhône.</i>			
— 749	— 19	<i>— Serven, lire Sewen.</i>			
— 768	fig. 47	<i>— type VII, lire type VI.</i>			
—	fig. 48	<i>— type VIII, — VII.</i>			
— 755	ligne 14	<i>— < n, — > ng.</i>			
— 775	— 17	(en remontant) :	dans la formule, <i>supprimer</i> [OH].		
— 798	— 5	<i>au lieu de 2 à 7,</i>		<i>lire 2 à 8.</i>	
— 806	dernière ligne	<i>— nonoréfringent, — monoréfringent.</i>			

TOME IV

Page 3	ligne 2	(en remontant)	au lieu de	poliganite,	lire	polianite.
— 7	— 2	—	—	(Mn, Ba ²),	—	(Mn, Ba) ²
— 6	— 13	(en remontant)	—	<i>Dureté,</i>	—	<i>Dureté. 5, 5.</i>
— 9	explication de la fig. 2, au lieu de					Structure vernissée, lire surface vernissée.
— 29	— 11	—	—	a : b c,	—	a : b : c.
				Borwald,	—	Bärwald.
				9 (en remontant)	—	102°2', — 51°1'
— 34	dans le tableau		—	p b ^{3/4} ,	—	pb ^{3/2}
— 42	fig. 4	<i>intervertir les symboles e^{3/2} et e¹.</i>				
— 46	— 16	<i>au lieu de CaSO⁴, lire CuSO⁴.</i>				
— 47	— 8	(en remontant)	au lieu de	malasses minaires.	lire	masses laminaires.

- Page 52 -- 5 (en remontant) au lieu de montre, lire montrent.
 -- 71 -- 4 (en remontant) — $b^{5/2}$ (1.1.10), — $b^{5/2}$ (115).
 -- 89 -- 16 — d'Argentat, — de Corrèze.
 -- 103 tableau — $h^4 \psi$ (mes. 149°3', — 109°3'
 -- 114 2 (en remontant) — φ (133) — ψ (133).
 -- 151 23 *supprimer le mot* aigus.
 -- 164 ligne 8 (en remontant) au lieu de $a^{1/2}$ (201) lire $a^{1/2}$ (201).
 -- 168 — 16 au lieu de suivant, lire suivant n_g .
 -- 212 Dans la formule de la morénosite, au lieu de $7 + H_2O$, lire $+ 7 H_2O$.
 -- 222 3 au lieu de orthorhombique, lire monoclinique.
 4 — 1444,70; 936,60 et de 1107,50, lire 1150,50; 645.65 et
 763,65.
 -- 223 et 225 intervertir les numéros des figures.
 -- 223 sur l'épure, au lieu de $2 V = 86^\circ 13'$, lire $88^\circ 48'$.
 -- 227 au lieu de 978,42, 632,28, 758,11, lire 989,60; 639,80; 766,80.
 -- 232 dans la formule au lieu de $7 H_2O$, — $5 H_2O$.
 -- 239 dans la formule — Fe^4 , — Fe^2 .
 -- 332 au lieu de 990,09; 646,05; 763,30, lire 1432,50; 934,59; et 1104,20.
 -- 238 — 1001,291, lire 1156,20.
 -- 286 ligne 16, au lieu de niolique, lire niobique.
 -- 298 — Dureté 3,5, lire Dureté 9, Densité 3, 5.
 -- 300 — 7 (en remontant) au lieu de Andrahomena, lire Andrahomanana.
 -- 339 — 3 — fig. 4 — fig. 7.
 -- 363 — 4 — anglarite — angelardite.
 -- 426 dernière ligne, ajouter h^3 (210).
 -- 430 ligne 10 au lieu de fig. 4, lire fig. 2.
 -- 481 — 8 — $[Al(OH^3)]$, lire $[Al(OH)^3]$.
 -- 691 explication de la fig. 2 au lieu de Batafo, lire Betafo.
 -- 711 ligne 6 (en remontant) — Ossun, — Ossen.
 -- 817 — 2 — noir — vert.
 -- 832 — 8 — interprétation, lire interpénétration.

COLUMBITE

Madagascar. — M. Ratel, qui a recueilli le cristal de columbite figuré plus haut, page 618, vient de me fournir des précisions sur son gisement; il l'a trouvé avec béryl rose, aigue-marine et grenat dans une pegmatite altérée à 10 km. est-sud-est de Mandrarivo.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE. CH. BERANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

- Les enclaves des roches volcaniques**, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (representant 96 préparations microscopiques) et index géographique.
Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. 1893, est sur le point d'être épuisé..... 40 fr.
- Minéralogie de la France et de ses colonies**, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xv-723 pages avec nombreuses figures dans le texte..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte..... 30 fr.
Tome III, *id.*..... 30 fr.
Tome IV et dernier..... 35 fr.
- Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées**, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches..... 6 fr. 75
- Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact**. 1^{er} Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches..... 3 fr. 75
— 2^e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées*. 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches.... 3 fr.
- Le gabbro du Pallet et ses modifications**, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche..... 3 fr. 25
- Roches de l'Ariège et de l'Auvergne**. — I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège feuille de Foix. — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. Lacroix, 1 brochure grand in-8°, avec 12 figures dans le texte..... 3 fr.
- Les minéraux des roches**. 1^o Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2^o Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur... 12 fr. 50
- Tableaux des minéraux des roches**. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié..... 6 fr.
- Structures et classification des roches éruptives**, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°..... 5 fr.
- Minéralogie**. Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux. *Propriétés essentielles des minéraux. Description des espèces minérales les plus importantes*, par H. A. Miers, professeur de minéralogie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais, par O. Chemin, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, 1 volume in-8°, avec 716 figures dans le texte et 2 planches en couleur hors texte. Relié..... 20 fr.
- Cristallographie**. *Déformation homogène. Groupements cristallins. Symétrie apparente. Polymorphisme. Isomorphisme*, par F. Wallerant, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Sorbonne, 1 volume in-8° avec 230 figures. Relié.... 18 fr.
- Pétrographie**. Etudes de pétrographie. Introduction à l'étude microscopique des roches, par A. Harker, professeur de géologie à l'Université de Cambridge, traduit par O. Chemin. 1 volume in-8° contenant 75 figures dans le texte. Relié. ... 12 fr. 50
- Carte géologique de la France au $\frac{1}{800000}$** , publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS