BULLETIN

DU

Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique

Tome XX, n° 16. Bruxelles, juin 1944.

MEDEDEELINGEN

VAN HET

Koninklijk Natuurhistorisch Museum van België

Deel XX, n^r 16.
Brussel, Juni 1944.

NOTES MINERALOGIQUES.

I. — Occurrence de minéraux sulfatés récents sur des schistes de Mousty, à Franquenies.

par René Van Tassel (Bruxelles).
(Avec une planche hors texte.)

I. Introduction.

Dans un récent travail stratigraphique sur le Cambrien de la vallée de la Dyle R. et P. Anthoine (1942, p. 72) signalaient à la carrière abandonnée de Franquenies, dans les schistes bleunoir de Mousty, des dépôts de soufre et de gypse, visibles sur la paroi septentrionale. Ayant pu prélever de ces plaquages au cours de l'été 1943, j'ai constaté, après étude au laboratoire, qu'il s'agissait non de soufre et de gypse, mais de minéraux sulfatés d'aluminium, de magnésium et de fer.

L'encroûtement jaune, pris pour du soufre, couvrait, à l'époque où je visitai la carrière, plusieurs mètres carrés vers la base de la paroi septentrionale. Il n'atteignait qu'exceptionnellement une épaisseur d'un centimètre; à certains endroits elle se réduisait à un simple enduit sur la roche. De couleur jaune clair à jaune vert par temps sec, cet encroûtement prend par temps humide une teinte plus sombre, orangée. Il est constitué de deux sulfates ferriques. L'un d'eux, prédominant, est un

minéral nouveau, pour lequel je propose le nom de franquenite. L'autre est rapporté, avec quelque doute, à la fibroferrite.

Sur la même paroi, de préférence à des endroits abrités sous un surplomb de la roche, on observait, couvertes ou mélangées d'une poussière de schiste bleu-noir, des efflorescences cristallines blanchâtres. C'est tantôt un mélange de mélantérite et de pickeringite ferreuse (ferropickeringite), tantôt l'un de ces minéraux seulement.

Enfin, à la base de la paroi, sur le talus qui s'y appuie, des masses irrégulières, poreuses, de couleur blanche, teintée localement de jaune, sont composées de *pickeringite*, mélangée à de la poussière et à de menus fragments de schiste.

La présence de ces minéraux sulfatés sur les schistes de l'assise de Mousty (1), qui renferment une teneur appréciable en sulfure de fer (voir le tableau d'analyse, page 20) n'a rien qui puisse étonner. On sait, bien que l'on ne l'ait guère signalé en Belgique, que c'est une paragenèse fréquente lors de l'altération des schistes pyriteux.

II. DESCRIPTION DES MINÉRAUX.

Mélantérite.

Comme il est dit plus haut, le minéral est localisé dans les parties abritées de la paroi. Je l'ai recueilli dans un joint de schistosité ouvert, et sous un surplomb de la roche. Dans le second cas il était mélangé à un autre minéral blanc aciculaire, qui a été déterminé comme pickeringite ferreuse.

La mélantérite se présente sous forme de petites baguettes allongées, capricieusement courbées, d'environ 1 mm. de longueur. A l'état frais elle est parfaitement transparente et incolore et présente un éclat vitreux. Les indices de réfraction varient de 1.472 à 1.484, ce qui concorde avec les valeurs $\alpha=1.471$ et $\gamma=1.486$, données par E. S. Larsen et H. Berman (1934, p. 97). Le minéral contient des inclusions orientées suivant l'allongement. L'extinction est oblique; le plus grand angle relevé sur une dizaine de grains est de 54°, ce qui se rapproche de l'extinction maximum de 61°, correspondant à γ : c. Il est

⁽¹⁾ Malaise, C. (1909, p. 14) avait déjà décrit les schistes de l'assise de Mousty comme des ampélites noires graphiques, légèrement pyriteuses.

La planche qui devait accompagner ce texte n'a pu être imprimée en raison des circonstances. Elle sera distribuée ultérieurement.



remarquable que même pour des baguettes fortement courbées, l'extinction est simultanée pour tout le grain, phénomène déjà signalé par O. Mügge (1913, p. 1) et qui exclut une torsion du cristal postérieure à sa formation.

L'examen microchimique a conclu à la présence de fer ferreux et de sulfate, ainsi qu'à l'absence d'aluminium.

La mélantérite s'altère facilement en une poudre farineuse blanche. Pendant les quelques mois de séjour au laboratoire, l'altération n'a cessé de progresser, au point d'affecter presque tout le minéral frais. Le produit de décomposition est microcristallin et anisotrope; son indice de réfraction est supérieur à celui de la mélantérite. Comme je n'ai pu identifier dans le produit altéré (lequel se dissout facilement dans l'eau comme la mélantérite) qu'une faible teneur en fer ferrique, tandis qu'existe une grande abondance de fer ferreux, il s'agit très vraisemblablement d'une décomposition identique à celle qui a été étudiée par R. Scharizer (1899, p. 212) et qui se caractérise uniquement par une perte en eau sans oxydation notoire du fer bivalent.

Pickeringite.

Les masses irrégulières et poreuses que forme le minéral au pied de la paroi ont une structure fibreuse, qui n'apparaît nettement que sur les surfaces internes et dans les cassures. Leur couleur blanche est localement souillée de jaune, et parfois même d'orange. Les fibres, dont l'éclat est soyeux, atteignent une longueur d'environ 1 à 2 mm. Le minéral sert de véritable ciment à des corps étrangers : petits grains de quartz, poussière et menus fragments de schiste. Par temps humide, par suite de dissolution partielle, la masse devient plutôt molle, mais elle retrouve sa cohérence par cristallisation à la suite d'évaporation spontanée à l'air libre.

Au microscope, le minéral se présente sous forme de minces fibres, groupées le plus souvent en faisceaux allongés; ceux-ci, par suite d'une alternance dans l'orientation des fibres, révèlent une structure polysynthétique. Le phénomène a été signalé par H. M. E. Schürmann (1933, p. 430) pour la pickeringite de Gemsah (Egypte) et par J. Uhlig (1912, p. 766) pour l'halotrichite d'Islande. Il est difficile de préciser la valeur des indices de ce minéral fibreux, d'autant plus qu'il contient de nombreu-

ses inclusions gazeuses à indice inférieur; ces dernières donnent lieu à un dégagement de bulles lors de la dissolution du minéral dans l'eau. Ils ont néanmoins pu être fixés entre les limites de 1.475 et 1.482. E. S. Larsen et H. Berman (1934, p. 150) indiquent pour la pickeringite les valeurs 1.476 à 1.483; M. C. Bandy (1938, p. 727) observe sur le minéral de Chili 1.475 à 1.483. L'allongement est positif et l'extinction oblique. L'angle d'extinction maximum γ : c est de 36-37° (Larsen et Berman donnent 37°, Bandy 36°).

Deux analyses chimiques ont été faites sur deux prises de substance, recueillies à des dates et à des endroits différents (I et II du tableau ci-dessous). Dans la parcelle I le minéral était moucheté de taches jaunes, dans l'autre (II) il était plus pur et entièrement blanc. Le minéral étant intimement mélangé à des poussières et fragments de schiste, il n'était guère possible de l'isoler. Mais comme la pickeringite est très soluble dans l'eau, les analyses ont porté, pour se débarrasser des corps étrangers, sur la fraction soluble dans l'eau froide. Pour le dosage de l'eau, il a cependant été indispensable d'isoler, aussi parfaitement que possible, une petite quantité du minéral; c'est ce qui a été fait pour l'analyse II. Dans la prise I l'eau a été déterminée par différence.

			Picke	ringite de l	Franquenies	Pickeringite de com position théorique Rapport moléculaire	
			Analyse I	A	nalyse II		
			%	%	Rapport moléculaire		
H ₂ O.			43.11	45.66	2.5345	22.04	22
MgO.		*	4.96	5.34	0.1324)	1
MnO		•	0.38	0.42	0.0059	1.23	
FeO.			0.96	0.27	0.0038)	
Fe_2O_3			1.27	traces	_		
Al_2O_3	•		14.18	11.72	0.1150	1.00	1
TiO2.			néant	_	_		
SO_3 .			35.14	36.31	0.4535	3.94	4
Somme			100.00	99.72			

L'analyse II du minéral parfaitement blanc conduit à une formule qui concorde d'une manière satisfaisante avec celle de la pickeringite: MgAl₂(SO₄)₄.22H₂O. L'analyse I, d'autre part, fait ressortir que la substance teintée de jaune n'en diffère pas essentiellement et qu'elle peut être regardée comme une pickeringite impure.

La surface supérieure, plus arrondie, des masses de pickeringite est parfois couverte d'une pellicule blanche, extrêmement fragile et mince (quelques centièmes de millimètre), ou d'une poudre blanche de même substance, provenant vraisemblablement d'une altération. Je n'ai pu déterminer la nature de ce minéral microcristallin, faiblement biréfringent, qui contient beaucoup d'inclusions et dont les indices sont inférieurs à ceux de la pickeringite.

Une autre substance faiblement biréfringente, occupant de préférence les interstices des fibres de pickeringite, se révèle occasionnellement au microscope. Ce minéral contient également des inclusions et ses indices sont légèrement, mais distinctement inférieurs à ceux de la pickéringite. Cette substance, dont l'identité n'a pu être précisée, se différencie du produit d'altération par ses indices un peu plus élevés.

Pickeringite ferreuse (Ferropickeringite).

Un minéral très voisin de la pickeringite ci-dessus décrite, intervient, parfois en compagnie de la mélantérite, dans la constitution des croûtes blanches déjà signalées dans les parties abritées de la paroi. Les fibres de ce minéral, mesurant jusqu'à 2.5 mm. de long, se discernent aisément de la mélantérite, bien caractérisée par ses baguettes courbées. Cette substance fibreuse se rencontre aussi, aux mêmes points, sous forme de petites houppettes fibroradiées de 0.5 à 2.5 mm., rarement de 5 mm. de diamètre.

Comme pour la pickeringite, son éclat est soyeux et sa couleur blanche, toutefois avec une très légère teinte verte.

Les caractères optiques sont peu différents de ceux de la pickeringite. L'allongement est positif et l'angle d'extinction maximum γ : c est de 36-38°. La structure polysynthétique des groupements parallèles des fibres est plus marquée que chez la pickeringite ci-dessus décrite. Le minéral contient également

de nombreuses inclusions gazeuses, orientées suivant l'allongement et se dégageant en bulles lors de la dissolution dans l'eau froide.

Toutefois, les indices de réfraction sont un peu supérieurs à ceux de la pickeringite : j'ai mesuré 1.478 à 1.488. On pourrait induire de ce fait qu'il s'agit d'halotrichite, dont les indices sont compris entre 1.480 et 1.488 d'après E. S. Larsen et H. Berman, et entre 1.480 et 1.490 d'après M. C. Bandy. L'angle d'extinction, γ : c, de 38° d'après ces auteurs, concorde au surplus avec la mesure effectuée sur le minéral de Franquenies.

La distinction entre pickeringite et halotrichite sur cette seule base optique serait toutefois bien précaire. Lo Sardo (1937) a décrit en effet une halotrichite de Roccalumera en Sicile, formée par l'action des solfatares, dont les indices ($\alpha=1.478, \beta=1.481$ et $\gamma=1.484$) se rapprochent sensiblement de ceux de la pickeringite.

Chimiquement, par contre, la distinction serait aisée si les pickeringites ne contiennent que du magnésium et les halotrichites que du fer, comme cations bivalents.

Dans le cas présent les fibres du minéral isolé donnent par voie microchimique avec le ferricyanure de potassium une réaction très nette pour le fer ferreux, tandis que celle-ci est faible pour les fibres similaires de la pickeringite précédemment décrite, comme d'ailleurs le tableau d'analyse de cette dernière le fait déjà présumer. L'existence d'une teneur importante de fer bivalent dans le minéral indiquerait donc qu'on est en présence d'halotrichite. Cependant une réaction microchimique du magnésium, exécutée sur les fibres isolées, y a également mis en évidence la présence de ce cation. Comme, d'autre part, le minéral se révèle homogène au microscope, je suis porté à y voir un cristal mixte faisant partie d'une série isomorphe allant de l'halotrichite à la pickeringite.

A ce sujet les diverses observations suivantes peuvent être rappelées.

Une pickeringite d'Aix-les-Bains en Savoie, analysée par P. Berthier (1837, p. 477) et renfermant une teneur inaccoutumée (4 %) de fer ferreux, a été considérée par A. Lacroix (1910, p. 259) comme un terme de passage entre la pickeringite et l'halotrichite. Il faut toutefois remarquer que l'accord de son rapport moléculaire, Al_2O_3 : (Mg,Fe)O=1:1.5, avec les valeurs théoriques, 1:1, n'est pas très satisfaisant. C'est pour cette raison vraisemblablement que C. Hlawatsch dans le Hand-

buch der Mineralchemie (1929, p. 524) de C. Doelter regarde ce minéral comme étant mélangé au sulfate de magnésium.

J. Uhlig (1912, p. 730) se référant à l'halotrichite magnésifère d'Islande (2.2 % MgO: Analyse de Forchhammer, 1843), a attiré l'attention sur l'isomorphisme possible de pickeringite et d'halotrichite.

R. Jirkovsky et Fr. Ulrich (1926, p. 349), en étudiant les minéraux secondaires des schistes pyritifères de Valachov, près de Rakonitz en Bohême, gisement intéressant sur lequel j'aurai encore à revenir, ont signalé un minéral fibreux, à extinction oblique, qui en raison de la présence de magnésium et de fer ferreux, est considéré comme un mélange isomorphe de pickeringite et d'halotrichite.

H. Meinner et W. Pillewizer (1937, p. 266) ont examiné une pickeringite de Dienten en Salzbourg, contenant près de 4 % de FeO, pour laquelle ils ont proposé le nom de « Eisenpickeringit » comprenant quelque 55 % de molécules de pickeringite.

M. C. Bandy (1938, p. 727) a mis en évidence la parenté frappante des deux minéraux, eu égard aussi bien à leurs caractères optiques qu'à leurs caractères cristallographiques et structuraux. Il les considère comme formant une série, caractérisée par la formule (Mg,Fe)Al₂(SO₄)₄.22H₂O, avec des teneurs en fer et magnésium apparemment variables en toutes proportions. A propos de la paragenèse des sulfates d'Alcaparossa au Chili (p. 683), le même auteur emploie, sans toutefois donner plus de précisions, le terme de « ironpickeringite » pour un minéral qu'il assimile avec doute à l'aromite de Copiapo (sulfate hydraté alumineux de magnésium, fer ferreux et cuivre), décrite par L. Darapsky (1890, p. 49).

Enfin, en 1939, G. N. Vertushkov (p. 110), à propos de minéraux nouveaux, la kirovite (Fe,Mg)SO₄.7H₂O et la cuprokirovite (Fe,Mg,Cu)SO₄.7H₂O, provenant des mines de pyrite de l'Oural, signale une pickeringite contenant jusque 30 % de molécules d'halotrichite, et qu'il appelle ferropickeringite, la considérant comme une variété nouvelle.

Le minéral de Franquenies étant associé à la mélantérite, je n'ai pu en faire isolément une analyse quantitative. C'est le mélange des deux minéraux, qui a été soumis à l'analyse. Afin d'éliminer des corps étrangers (poussière de schiste), la substance est dissoute, comme pour la pickeringite, dans l'eau froide et l'analyse est faite sur cette solution. La teneur en eau est calculée par différence. Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus.

	0/	Rapports moléculaires							
	%	dispor	nible	picke- ringite	halo- trichite (2)	mélan- térite	calculé		
H ₂ O .	45.24	2.5112	2511	1540	418	588	2546		
MgO .	2.84	0.0704	70	70	1	-	70		
MnO .	0.21		_				_		
FeO .	7.48	0.1041	104	_	19	84	103		
Fe ₂ O ₃ .	0.50		_		_	_	_		
Al ₂ O ₃ .	9.07	0.0890	89	70	19		89		
TiO ₂ .	néant	 -		-	_				
SO ₃ .	34.66	0.4399	440	280	76	84	440		
Somme.	100.00								

Si, en négligeant les faibles teneurs en MnO et Fe_2O_3 , on attribue tout le magnésium à la pickeringite, puis l'excès d'aluminium à l'halotrichite, on arrive à un rapport des oxydes, FeO, SO_3 et H_2O , qui se rapproche beaucoup de la composition de la mélantérite. Le mélange serait donc constitué de 48.5~% de molécules de mélantérite, 40.5~% de pickeringite et 11.0~% d'halotrichite, ou encore de 48.5~% de mélantérite et de 51.5~% de ferropickeringite contenant quelque 22~% de molécules d'halotrichite. Il doit toutefois être signalé que, dans ce calcul, il n'a pas été tenu compte de l'existence éventuelle de magnésium dans la mélantérite.

⁽²⁾ L'accord n'est pas unanime sur le nombre de molécules d'eau à attribuer à l'halotrichite. B. Gossner (1930), dans le Handbuch der Mineralogie de C. Hintze, propose 24 d'après F. Wirth (1913) et J. Uhlig (1912). E. S. Larsen et H. Berman (1934) donnent 24 et M. C. Bandy (1938) 22. Pour la pickeringite on admet 22 molécules (J. F. Schairer et C. C. Lawson, 1926). Vu l'isomorphisme entre la pickeringite et l'halotrichite (M. C. Bandy, 1938), il faudrait également adopter 22 molécules pour cette dernière, ce qui a été fait dans le calcul.

Franquenite.

1. — CARACTÈRES MACROSCOPIQUES.

Le sulfate ferrique, décrit sous ce nom, et qui doit être considéré comme une nouveile espèce minérale, est le constituant le plus important, et parfois exclusif, des encroûtements jaunes. Il s'y présente sous forme d'une substance en apparence amorphe, mais révélant une structure microcristalline très enchevêtrée, que peut accompagner un autre minéral fibreux (fibroferrite?). L'association des deux minéraux est parfois si intime qu'on ne peut les distinguer que sous le microscope.

L'encroûtement se présente sous des aspect divers. Quand la croûte atteint une certaine importance (celle-ci ne dépasse pas un centimètre d'épaisseur), elle offre une structure grossièrement boursouflée, parfois d'aspect viscéral, comme l'a justement décrit F. Freyn (1906, p. 299) au sujet des croûtes tapissant les parois escarpées des schistes graphiteux de Kalwang en Styrie. La surface interne des boursouflures est recouverte d'une mince pellicule de schiste bleu-noir décollé de son substratum. La surface externe, par suite de la dessiccation, est légèrement fendillée. Mais l'encroûtement peut se réduire à un simple enduit à surface délicatement mamelonnée ou encore faire place à de minuscules agrégats individualisés d'aspect saccharoïde.

La figure 1 de la planche montre, à l'échelle réduite (× 0.6), un fragment du schiste bleu-noir, encroûté de sulfates ferriques. La surface présente des aspects variés. La structure finement mamelonnée y est prédominante. En bas de la figure, à gauche, se remarque la surface à aspect viscéral.

Par temps sec la croûte est de teinte jaune soufre à jaune verdâtre. A l'humidité, la couleur fonce : un fragment suspendu dans un récipient clos, contenant de l'eau, prend une teinte orangée, très distincte de la couleur primitive, et laisse à la longue égoutter un liquide rougeâtre qui, dans l'eau, dépose un résidu jaune-orange.

2. — CARACTÈRES CRISTALLOGRAPHIQUES ET OPTIQUES.

Dans la plupart des liquides d'immersion le minéral reste aggloméré : il est donc malaisé d'en fixer les indices avec précision. Dans l'alcool, dans la glycérine, et surtout dans l'eau il se dissocie en innombrables lamelles hexagonales, généralement de 8 à 15 μ , exceptionnellement de 30 μ de diamètre et d'environ 2 μ d'épaisseur (voir la figure 2 de la planche). Les hexagones sont le plus souvent réguliers; on reconnaît aussi des formes étirées, mais leurs angles restent apparemment constants. Les lamelles sont empilées les unes sur les autres ou groupées plus irrégulièrement. Sur champ elles se présentent comme de courts prismes biréfringents, à allongement positif et extinction droite. Il est aisé de provoquer cette orientation, en poussant légèrement sur le couvre-objet d'une préparation de manière à faire rouler les éléments lamellaires.

Pendant la rotation entre nicols croisés et en position rigoureusement horizontale, les lamelles hexagonales restent éteintes, mais la moindre inclinaison les fait passer à l'éclairement. Les indices de réfraction, mesurés minutieusement dans des mélanges contrôlés de glycérine et d'aniline, par la méthode d'immersion, ont donné les valeurs suivantes:

$$\omega = 1.531 \pm 0.003$$

et $\varepsilon = 1.494 \pm 0.003$.

Vu la petitesse des cristaux il n'a pas été possible d'obtenir une figure d'interférence, mais le caractère uniaxe négatif est bien mis en évidence par l'examen à la platine de Fédoroff.

Sur les plus gros individus on peut distinguer au microscope, parallèlement aux arêtes de l'hexagone assimilé à la face c (0001), la présence d'une face étroite en position inclinée sur la lamelle et constituant vraisemblablement un rhomboèdre (figures 3, 4 et 5 de la planche).

3. — CARACTÈRES CHIMIQUES.

L'analyse chimique révèle qu'il s'agit d'un sulfate ferrique. Cette donnée, complétée par les caractères cristallographiques et optiques, pourrait faire penser à la slavikite. Ce minéral, découvert par R. Jirkovsky et F. Ulrich (1926) sur des schistes algonkiens pyriteux de Valachov, près de Rakonitz en Bohême, est un sulfate alcalinoferrique trigonal, uniaxe négatif, à indices : $\omega=1.530$ et $\varepsilon=1.506$. Ces valeurs marquent une légère différence vis-à-vis du minéral de Franquenies. Une comparaison quantitative des constituants chimiques s'imposait. La chose fut loin d'être aisée en raison du mode d'occurrence particulier du minéral de Franquenies. D'une part, il

est fortement souillé par des particules poussiéreuses de schiste, et, d'autre part, il est parfois si intimement mélangé au minéral fibreux (fibroferrite?), que la présence de ce dernier ne peut être constatée qu'au microscope. Néanmoins, par un triage méticuleux sous le binoculaire, suivi d'un contrôle sous le microscope, je suis finalement parvenu à prélever 0.65 gr. de matériel, sur lequel j'ai fait une analyse quantitative en double. Cette faible quantité de substance isolée n'a pas permis de doser les alcalis. Dans le tableau ci-dessous les résultats de cette analyse sont mis en regard des constituants de la slavikite de Rakonitz.

		kite de R ovsky et l		Minéral de Franquenies			
	%	Rapport	moléculaire	%	Rapport	moléculaire	
H ₂ O	38.76	2.1515	66.38	40.69	2.2586	44.18	
Na ₂ O K ₂ O	1.63 0.57	0.0263	} 1	non dosés	_		
MgO		_	_	4.23	0.1049		
FeO		_		1.00	0.0139	2.32	
Fe ₂ O ₃	20.08	0.1258	5.17	14.84	0.0929	2.87	
Al_2O_3	4.29	0.0420	5.17	5.51	0.0541	2.01	
SO ₅	34.06	0.4254	13.08	32.77	0.4093	8.03	
insol	0.52						
Somme	99.91			99.04			
Rapport molécul.	(Na, K) ₂ C H ₂ O =): (Fe,Al); : 1:5:13:	20 ₅ : SO ₅ :	(Mg, Fe)O H ₂ O = 2	: (Fe,Al) 2:3:8:4) ₂ O ₅ : SO ₅ :	
Formule calculée.	(Na, K) ₂ S 63 H ₂ O	O ₄ . Fe ₁₀ (O)H) ₆ (SO ₄) ₂ .	2[(Mg,Fe) OH . Sc	SO ₄] . 6	[(Fe, Al) .	

On voit que ces analyses conduisent à des formules d'un haut degré de complication. Cette complexité est de nature à rendre la formule admise peu précise, surtout pour le minéral de Franquenies, où l'accord des valeurs trouvées avec le rapport moléculaire admis n'est pas très satisfaisant. Malgré les différences certaines, que fait ressortir le tableau d'analyse, il serait peutêtre prématuré de distinguer spécifiquement les deux minéraux. Les rapports des trois constituants principaux, H₂O, SO₃ et (Fe,Al)₂O₃, 66:13:5 pour la slavikite, 44:8:3 ou 70,4:12,8:4,8 pour le minéral de Franquenies, sont trop voisins pour justifier par les données chimiques une distinction spécifique entre les deux minéraux.

4. — CARACTÈRES THERMIQUES.

Il en est tout autrement de leurs caractères thermiques. La deshydratation à basse température les différencie radicalement. R. Jirkovsky et F. Ulrich ne trouvent pour la slavikite qu'une perte de 3.10 % d'eau à la température de 110° C (3), tandis que le minéral de Franquenies en accuse une à peu près dix fois plus importante à la même température. Quatre déterminations sur les prises de 265.8, 141.4, 92.0 et 68.4 mgr., exécutées à des dates différentes, 11, 40, 90 et 90 jours après le prélèvement du minéral dans la carrière, accusent, dans l'ordre, une perte de 27.5, 29.7, 27.0 et 28.6 %, soit en moyenne 28.2 %: Il importe de faire remarquer que le matériel a été recueilli dans des conditions atmosphériques très différentes : celui de la quatrième détermination par temps très sec, celui des trois autres prises par temps très humide.

Le matériel soumis à la deshydratation n'a subi aucun traitement préliminaire. Une prise de matière, recueillie par temps humide et divisée, 11 jours après, en quatre portions (183.8, 88.0, 265.8 et 123.2 mgr.), destinées à l'analyse, a permis de déterminer, le jour même de la séparation, en opérant sur les trois premières fractions, respectivement 40.68 et 40.70 % d'eau totale, et 27.5 % d'eau inférieure à 110°. La quatrième portion, exposée à l'air libre pendant les cinq jours suivants, n'a accusé aucun changement de poids. L'humidité ambiante n'a donc aucune influence sur les résultats de l'analyse.

(3) Le tableau d'analyse de la slavikite de Valachov (Rakonitz), présenté dans le Handbuch der Mineralchemie de C. DOELTER (1929, Bd IV, Tl 2, p. 592), mentionne 100°. Il s'agit manifestement là d'une erreur, car aussi bien l'article original que le résumé de F. Ulrich dans les Referate I du Neues Jahrbuch für Mineralogie (1928, p. 30) donnent le chiffre de 110°. Ce faible écart de 10° n'est pas du tout sans importance dans le cas des sulfates ferriques fortement hydratés.

Afin d'étudier de plus près la deshydratation du minéral, 141.4 mgr. ont été chauffés graduellement dans une étuve électrique jusqu'à la température maximum de 200° C. Le minéral, légèrement pulvérisé et de couleur franchement jaune-vert, est placé à cet effet dans un petit pèse-filtre à couvercle rodé. Il n'accuse, exposé à l'air libre (environ 20° C) pendant deux jours, pas le moindre changement de poids. Après le séjour à l'étuve, le minéral est refroidi, le récipient étant fermé, dans un exsiccateur à chlorure de calcium pendant 5 à 20 minutes suivant la température atteinte. Afin d'éviter des erreurs de pesée, il a été vérifié s'il ne s'était établi aucun vide dans le pèse-filtre au cours du refroidissement. En opérant de cette facon, le chlorure de calcium, pendant le séjour dans l'exsiccateur, même prolongé à deux jours, ne parvient à extraire que 0.4 % d'eau du minéral non traité, et reste inactif vis-à-vis de celui chauffé à 45° C. Le rôle deshydratant de cette matière desséchante sur le minéral est donc négligeable dans ces conditions. La température n'est élevée qu'après avoir atteint la constance de poids pour une température déterminée, après un séjour de plusieurs heures dans l'étuve. La deshydratation abandonne une substance hygroscopique. L'échauffement, comme le montre le tableau cidessous, va de pair avec une variation graduelle de la couleur.

Température	Perte de poids	Couleur
20° C	_	jaune-vert
450 ± 20	5.8 %	jaune-vert
64 »	15.5	jaune-orange
85 »	24.0	orange
108 »	29.7	rouge-orange
130 »	32.5	rouge-brun
150 »	33.6	>>
175 »	35.0	»
198 »	36.4	»

On remarquera qu'à la température de 45° C le minéral a déjà perdu près de 6 % de son eau. Ce comportement n'est toutefois pas si extraordinaire, puisque la fibroferrite, qui contient envi-

ron 36 % d'eau, en perd déjà 12 % à 50° (R. SCHARIZER, 1927, p. 342). Il n'a pas été établi si la perte de poids à chaque température correspond réellement à un dégagement d'eau et ne serait éventuellement pas due à une libération partielle d'acide sulfurique. Si l'acide se dégage, ce qui est peu probable, ce ne peut être en tout cas qu'à une température supérieure à 110°, car le minéral non traité et le minéral porté à cette température donnent la même teneur en sulfate.

L'échauffement graduel met en évidence que la perte de poids en fonction de la température procède d'une manière continue, sans changement brusque. La courbe, en graphique, assez raide jusque environ 100°, se couche fortement à partir de 130°, comme le montre la figure 1.

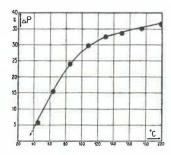


Fig. 1. — Courbe de deshydratation de la franquenite.

Comme l'allure de la deshydratation dans les sulfates ferriques hydratés, et plus spécialement, dans ceux qui sont riches en eau, est très importante, ainsi que l'ont montré par exemple les travaux de R. Scharzer (1927), il me paraît fondé de distinguer le minéral de Franquenies de la slavikite et de le considérer comme une espèce nouvelle. Je propose le nom de franquenite, du nom de la localité, Franquenies, où le minéral a été trouvé.

5. — SOLUBILITÉ.

Dans l'eau froide la franquenite est lentement soluble et tend à former un résidu jaune-orange, lui-même soluble, même à froid, dans l'acide chlorhydrique dilué (2N). La solution aqueuse jaune, même quand elle est limpide, est peu stable et peut former un trouble colloïdal. A chaud la solution se trouble rapi-

dement et précipite une substance rougeâtre, soluble dans l'acide, ressemblant au précipité d'hydroxyde ferrique.

L'extraction à l'eau froide donne un déficit important pour le fer et un plus faible pour le sulfate, par rapport à l'extraction à l'acide chlorhydrique 2N à froid. Ainsi en témoigne une analyse effectuée sur de la matière, débarrassée par filtration des fragments de schisté qui la souillaient :

	I	Extraction			
	à H ₂ O	à HCl 2N froid			
Fe ₂ O ₅ total	10.8 %	17.1 %			
Al ₂ O ₃	5.3	5.3			
SO ₅	31.8	33.9			

La partie non dissoute par l'eau doit donc être interprétée comme constituée par un sulfate ferrique très basique. Les chiffres de l'extraction à l'acide concordent avec ceux obtenus dans l'analyse totale : Fe_2O_3 total 16.0 %, Al_2O_3 5.5 % et SO_3 32.8 %.

Les préparations de la franquenite dans l'eau laissent apparaître sous le microscope, après quelque temps, des lamelles hexagonales corrodées, aux angles généralement arrondis. L'altération part surtout du centre, ronge l'intérieur et laisse des hexagones squelettiques souvent incomplets (figure 6 de la planche).

6. - DENSITÉ.

La densité de la franquenite a été déterminée par la méthode de suspension dans un mélange de bromoforme et de benzène. Il s'est révélé qu'il n'est pas possible de la déterminer d'une façon tout à fait précise, ce qui n'a rien d'étonnant pour une substance formée d'éléments enchevêtrés. Elle est comprise, pour la température ordinaire, entre 1.87 et 1.94. R. Jirkovsky et F. Ulrich ont trouvé 1.905 (20.8° C) pour la slavikite de Rakonitz.

7. — CONCLUSION.

La franquenite montre dans son ensemble des affinités marquées avec la slavikite. Les schistes de Rakonitz ne sont pas le seul gisement connu de ce dernier minéral : il est encore signalé à Pöham (Salzbourg), et, avec doute, à Kalwang (Styrie).

D'après H. Meinner (1939), la slavikite constitue des croûtes jaune-vert sur des schistes rouges et verts de Pöham en Salzbourg. Le minéral de ce gisement se présente au miscroscope sous forme d'hexagones, de parallélogrammes et de rhombes de 30 à 50 μ de diagonale. Uniaxe négatif, il a comme indices : $\omega = 1.537$ et $\epsilon = 1.498$. Une analyse chimique complète n'en a malheureusement pas été faite; seul le dosage du fer a donné 21.4 % Fe₂O₃ et on a reconnu en outre, qualitativement, la présence d'une très petite quantité de sodium. L'absence de données sur la deshydratation en dessous de 110° C ne permet pas

	Franquenite de Franquenies	Slavikite de Rakonitz	Slavikite de Pöham	Slavikite? de Kalwang
Couleur	jaune-vert	jaune-vert	jaune-vert	jaune-vert
Dimensions des cristaux.		30 50 μ (4) max 500 μ	30-50 μ	max 5 μ
Densité	1.87-1.94	1.905		
Faciès au microscope.	hexagones	hexagones	hexagones rhombes parallélogr ^{mes}	
Optique	uniaxe negatif $\omega = 1.531$ $\varepsilon = 1.494$	uniaxe négatif $\omega = 1.530$ $\epsilon = 1.506$	uniaxe negatif $\omega = 1.537$ $\varepsilon = 1.498$	
Composition	5.5 Al ₂ O ₅ 4.2 MgO 40.7 H ₂ O tot. 28.2 H ₂ O(110°)	20.1 % Fe ₂ O ₅ 4.3 Al ₂ O ₅ 2.2 (Na,K) ₂ O 38.8 H ₂ O tot. 3.1 H ₂ O(110°) SO ₅ : R ₂ O ₅ =2.57	peu de Na ₂ O	Fe ₂ O ₃ slavik. 3 MgO copiap. 4

(4) R. Jirkovsky et F. Ulrich dans leur article original (p. 348 et aussi p. 346 du texte tchèque) signalent que la slavikite de Rakonitz atteint au maximum 0.5 mm. H. Meixner (1939, p. 110), examinant des cristaux de même provenance, constate qu'ils sont du même ordre de grandeur que ceux de Pöham, donc en moyenne 30 à 50 μ .

de dire si cette slavikite de Pöham se rapproche vraiment de la slavikite de Rakonitz ou de la franquenite.

Il a déjà été signalé que les croûtes jaunes des schistes graphiteux de Kalwang en Styrie rappellent bien la structure de celles de Franquenies. F. Freyn (1906, p. 299), toutefois sans données suffisantes, les a déterminées comme du botryogène. H. Meixner (1939, p. 115) a pu réexaminer l'encroûtement de ce gisement et tient la substance pour un mélange de slavikite et de copiapite.

Les propriétés de ces diverses occurrences sont juxtaposées dans le tableau comparatif page 16.

Il est à noter que la slavikite (38.8 % H₂O) et la franquenite (40.7 %) sont parmi les sulfates ferriques naturels les plus hydratés que l'on connaisse. Les sulfates ferriques qui contiennent une teneur en eau totale supérieure à 25 %, perdent déjà à de basses températures (100 à 110° C), d'après les données que l'on possède, une quantité importante de leur eau. C'est le cas par exemple pour la fibroferrite (36 % H₂O) et pour la copiapite (30-33 % H₂O), qui perdent respectivement déjà 24 % à 100° et 10-17 % à 100-105°. Parmi les sulfates ferriques fortement hydratés la slavikite (3.1 % à 110°) est caractérisée par une remarquable stabilité thermique; la franquenite (28.2 % à 110°) au contraire s'intègre normalement dans ce groupe. Il faut remarquer que la slavikite, comme la franquenite, est beaucoup plus hydratée que les autres sulfates ferriques uniaxes négatifs connus, qui ont une teneur en eau ne dépassant pas 22 %, mais qui ne perdent leur eau qu'à des températures relativement élevées, comme il arrive pour la slavikite, mais contrairement à ce que montre la franquenite.

Fibroferrite?

Comme il a été dit plus haut, un minéral fibreux est souvent intimement associé à la franquenite. Il s'individualise en petites houppettes légèrement vertes (maximum 1/4 mm. de diamètre), hérissées de fines aiguilles. La masse du minéral par rapport à la franquenite est minime. Il a été impossible de l'isoler à l'état pur en quantité suffisante pour une analyse chimique. De ce fait les données réunies sont forcément incomplètes.

Au microscope le minéral se présente en aiguilles extrêmement fines de 30 à 90 μ de long (figure 7 de la planche), qui,

groupées en faisceaux légèrement convergents, accusent un faible pléochroïsme vert-pâle à incolore. L'extinction est droite et l'allongement positif. La biréfringence est élevée : j'ai mesuré n' = 1.530 (incolore) et n'' = 1.573 (vert pâle).

La solubilité dans l'eau froide est peu élevée; le minéral se teinte cependant en bleu par une solution aqueuse de ferrocyanure de potassium (présence de Fe'''). Dans l'acide chlorhydrique dilué 2N il est lentement soluble à froid, plus facilement à chaud.

Les constituants majeurs sont le fer ferrique et le sulfate. Devant l'impossibilité d'isoler une quantité suffisante de substance, j'ai eu recours à une analyse du mélange du minéral avec le franquenite, portant toutefois mon choix sur une portion de croûte dans laquelle le minéral était relativement abondant. L'analyse a porté sur une petite quantité (160 mgr.); celleci a été séparée par dissolution dans l'acide à chaud et filtrée pour se débarrasser du schiste adhérent. Les résultats sont présentés ci-dessous.

				Franquenite	Mélange franquenite-fibroferrite ?
H _v O .			Œ	40.69	39.3 (par différence)
Fe ₂ O ₃ to	al.			16.00	16.5
$\mathrm{Al}_2\mathrm{O}_3$				5.51	5.8
MgO.		,		4.23	4.1
SO ₅ .		,		32.77	34.3
Somme				 99.20	100.0

Ainsi qu'on le voit, le minéral fibreux ne modifie pas sensiblement les chiffres obtenus pour la franquenite. Comme son faciès exclut la copiapite, on peut penser soit au botryogène, soit à la fibroferrite. Le choix entre ces deux minéraux reste incertain. La présence de Mg, si l'on se base sur les analyses connues, serait incompatible avec la fibroferrite. D'un autre côté, la couleur jaune-rouge et l'extinction faiblement oblique (max. 12°) du botryogène semblent devoir éliminer celui-ci. R. Jirkovsky et F. Ulrich, il est vrai, ont reconnu dans les croûtes de Rakonitz un minéral fibreux brun-vert, à extinction

droite, qu'ils tiennent pour du botryogène en s'appuyant sur la présence de Fe···(Al···), Mg·· (Ca···) et SO₄ ···. Le minéral fibreux de Franquenies se rapprochant, quant à ses propriétés optiques, davantage de la fibroferrite, c'est à cette espèce minérale que je pense, bien qu'avec doute, pouvoir le rapporter.

Remarque. - Il est assez curieux de relever l'absence de copiapite dans les encroûtements de Franquenies. Dans les croûtes de sulfates, recouvrant des roches schisteuses, signalées ailleurs, et connues sous le nom de beurre de montagne (A. LACROIX 1910, p. 223 et p. 263), on attribue en effet un rôle principal à la copiapite ou à d'autres sulfates ferriques, tels que l'ihleite et la janosite, assimilées par la suite à la copiapite. Ce minéral est d'ailleurs le sulfate ferrique le plus fréquent et le plus facile à obtenir artificiellement. Au gisement de la slavikite de Pöham, H. Meixner (1939) a trouvé de la copiapite, accompagnée de mélantérite, de fibroferrite et d'epsomite. Par contre, à Rakonitz, où la paragenèse est complexe (slavikite, mélantérite, alunogène, halotrichite, pickeringite, botryogène, fibroferrite, ferropallidite, natrojarosite, tschermigite, epsomite, glockerite et gypse) (R. Jirkovsky 1930), pas plus qu'à Franquenies la copiapite n'est signalée. La slavikite et la franquenite par les rapports SO3: Fe2O3, respectivement de 2.57 et 2.78, se rapprochent chimiquement de la copiapite chez laquelle le même rapport est de 2.5, mais elles s'en différencient assez nettement par leurs propriétés optiques pour justifier la distinction spécifique.

III. Composition chimique du schiste.

Dans le but de vérifier les rapports de ces minéraux sulfatés avec les schistes qu'ils encroûtent, un fragment de ceux-ci a été soumis à l'analyse. Il a été prélevé à proximité immédiate de la croûte jaune, après qu'on eût pris soin d'éliminer le feuillet de schiste superficiel pour éviter d'analyser une roche trop délavée. Tous les dosages ont été faits en double sur des prises différentes. Sauf pour le potassium (3.98 et 4.58 %) et pour le fer total (3.68 et 4.66 %), ils ont donné des résultats tout à fait concordants. Les moyennes de ces analyses sont placées ci-dessous, en regard des résultats obtenus par R. et P. Anthoine (1942, p. 68 et 69) sur les schistes de la même carrière.

				Analyse R. et P. Anthoine	Analyse R. Van Tassei
Н₂О		,			5.74
SiO ₂ .				68.02	57.90
Fe ₂ O ₃ .	-	•		6.8	3.49 (5)
Al ₂ O ₃ .				18.6	23.61
TiO ₂ .				néant	0.50
CaO		·Q		néant	traces
MgO .				2.10	1.91
MnO .			(4)	néant	0.11
Na ₂ O .		•		1	0.73
К _ε О				indosables	4.28
с				1.25	0.83
FeS ₂					1.03 (6)
SO_3		•			0.96
Perte au	feu			4.58	8,19
Somme.				100.10	101.09

L'existence de sulfure et de SO₃, provenant lui-même de l'oxydation du sulfure, explique, par oxydation, la formation des minéraux sulfatés de l'encroûtement. L'absence de calcium donne la raison de l'inexistence du gypse. R. et P. Anthoine (1942) ne trouvent pas de manganèse dans le schiste de Franquenies (p. 68 et p. 105). Il est bien évident après les descriptions qui précèdent que le manganèse doit exister dans certains bancs de Franquenies, puisque cet élément est présent dans les sulfates de l'encroûtement blanc. La faible teneur trouvée à l'analyse du schiste vient confirmer ces présomptions.

Les deux analyses de la roche de Franquenies, signalées dans

(5) Le fer ferreux n'a pas été déterminé.

⁽⁶⁾ Tout le sulfure de fer est calculé comme FeS₂. Ceci est justifié par le fait qu'une attaque, même prolongée, par HCl 2N à chaud sur 4 gr. de schiste ne produit pas de H₂S. En lame mince on ne reconnaît pas de sulfures. Il est vraisemblable qu'ils se trouvent sous une forme extrêmement divisée.

le tableau ci-dessus, sont pour le reste assez discordantes. On remarquera les écarts en ce qui concerne, notamment, le silicium, l'aluminium, le titane, les alcalis et la perte au feu. L'analyse de R. et P. Anthoine a manifestement porté sur un banc nettement plus siliceux. L'absence d'alcalis y est toutefois inexplicable dans un schiste. L'oxyde de titane, que ces auteurs ne purent déceler dans leur échantillon, représente 0.5 % dans mon analyse.

Des écarts aussi sérieux, s'ils doivent se justifier par des bancs différents dans un même faisceau de couches, montrent avec quelle prudence il faut accueillir les corrélations stratigraphiques basées sur des données analytiques abusivement étendues à tout un horizon.

IV. AUTRES GITES BELGES CONNUS.

Les divers minéraux sulfatés trouvés à Franquenies n'ont que rarement été signalés en Belgique, ou n'y étaient pas encore connus.

La *mélantérite*, bien que n'étant pas inconnue, n'a pas fait encore, à ma connaissance, l'objet d'une description spéciale. La *pickeringite* n'avait pas été reconnue jusqu'à présent.

L'halotrichite a déjà été signalée par G. Cesaro (1896, p. 65) dans les ampélites de Loyable (Ampsin). Le minéral ainsi désigné possède cependant un caractère optique assez aberrant pour l'halotrichite. G. Cesaro observe en effet que l'extinction des fibres est toujours droite. Cette particularité, notée par cet auteur, est rapportée aussi bien dans le Handbuch der Mineralogie (1930, p. 4509 et p. 4511) de C. HINTZE, que dans le Handbuch der Mineralchemie (1929, p. 545) de C. Doelter. Mais G. Cesaro est avec A. Arzruni (1882, p. 93) le seul auteur qui admette une extinction droite des fibres de l'halotrichite. Actuellement l'extinction oblique des fibres, l'halotrichite étant monoclinique, est bien établie. Le Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique possède de l'halotrichite de Loyable, déterminée en 1916 par M. H. BUTTGENBACH. Les fibres soyeuses de ce minéral, sauf leur longueur plus grande, ressemblent à la ferropickeringite de Franquenies. D'après mes observations, l'indice de réfraction y est environ 1.48 et l'extinction des fibres, γ: c, se fait suivant un angle maximum de 38°, ce qui est en parfait accord avec la valeur indiquée par Larsen-Berman et

Bandy pour l'halotrichite. La structure à aspect polysynthétique y est aussi très nette.

En ce qui concerne les sulfates ferriques, le seul qui ait été signalé jusqu'à présent est la copiapite de Vedrin (mine de marcasite, galène et blende), décrite par A. Schodp en 1938.

En terminant, je prie M. le Professeur J. Thoreau, de l'Université de Louvain, qui a bien voulu revoir mon manuscrit, de trouver ici l'expression de mes remerciements.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

- Anthoine, R. et P., 1942, Les assises de Mousty et de Villers-la-Ville du bassin supérieur de la Dyle. (Ann. Soc. Géol. Belg., 66, Mém., pp. M53-180.)
- ARZRUNI, A., 1882, Ueber den Dietrichit. (Z. f. Krist. 6, pp. 92-93.)
 BANDY, M. C., 1938, Mineralogy of three sulphate deposits of northern Chile. (Amer. Min. 23, pp. 669-760.)
- Berthier, P., 1837, Analyse d'une efflorescence saline d'Aix en Savoie. (Ann. Mines 3° sér., T. XI, pp. 477-478.)
- Cesaro, G., 1896, Description des minéraux phosphatés, sulfatés et carbonatés du sol belge. (Mém. Acad. Roy. Belg. 53, 136 pp.)
- DARAPSKY, L., 1890, Ueber einige Mineralien aus Atacama. (N. J. Min. I., pp. 49-70.)
- Doelter, C., 1929, Handbuch der Mineralchemie (Bd. IV, Tl 2).
- FREYN, F., 1906, Ueber einige neuen Mineralienfunde und Fundorte in Steiermark. (Mitt. Natur. Ver. f. Steiermark, 42, pp. 283-317.)
- HINTZE, C., 1930, Handbuch der Mineralogie (Bd I, Abt III, 2 Halfte).
- Jirkovsky, R. et Ulrich, F., 1926, Slavikite, nouveau minéral. (Vestnik Serv. Géol. Répub. Tchèc. II, pp. 348-351.)
- JIRKOVSKY, R., 1930, Aus der Mineralogie der Kies- und Alaunschiefer des westböhmischen Algonkiums. (Caspis N\u00e4rodn\u00e4ho musea. CIV, pp. 16-28). Cit\u00e9 d'apr\u00e9s N. J. Min. Ref. I, 1931, p. 381.
- LACROIX, A., 1910, Minéralogie de la France (Tome 4, 1re partie).
 LARSEN, E. S. et BERMAN, H., 1934, The microscopic determination of the nonopaque minerals. (U. S. Geol. Surv. Bull. 848, 266 pp.)
- Lo Sardo, V., 1937, Halotrichite di Roccalumera (Sicilia). (Period. Min. 8, pp. 281-288.) Cité d'après N. J. Min. Ref. I, 1939, p. 92 et Min. Mag. Min. Abstr., 1938, 25, p. 216.

- MALAISE, C., 1909, Sur la position géologique de l'assise de Mousty. (Bull. Acad. Roy. Belg. Cl. Sei., pp. 12-16.)
- MEINNER H. et PILLEWIZER, W., 1937, Ueber Minerale, die teils in Schrifttum, teils in Sammlungen als «Keramohalit» bezeichnet werden (Bosjemannit von Terlan in Südtirol, Eisenpickeringit von Dienten, Pickeringit von Mitterberg im Salzburg und einige Halotrichitvorkommen). (Zbl. Min. Abt. A, pp. 263-270.)
- MEINNER, H., 1939, Einige Ferrisulfate (Slavikit, Copiapit und Fibroferrit) von Pöham in Salzburg. (Zbl. Min. Abt. A, pp. 110-115.)
- Mügge, O., 1913, Zur Kenntnis haarförmiger Kristalle. (N. J. Min. II, pp. 1-16.)
- Schairer, J. F. et Lawson, C. C., 1926, On pickeringite from Portland, Connecticut. (Amer. J. Sci. 5 sér., Vol. XI, N° 64, pp. 301-304.)
- Scharizer, R., 1899, Beiträge zur Kenntnis der chemischen Constitution und der Genese der natürlichen Eisensulfaten I. (Z. f. Krist. 30, pp. 209-231.)
- Scharizer, R., 1927, Beiträge zur Kenntnis der chemischen Konstitution und der Genese der natürlichen Ferrisulfaten XIII. (Z. f. Krist. 65, pp. 335-360.)
- Schoep, A., 1938, Copiapiet uit de ertsmijn van Vedrin. (Natuurwet. Tijdschr. 20, pp. 141-142.)
- Schürmann, H. M. E., 1933, Ueber Sulfate des Magnesiums, Aluminiums und Mangans aus dem miocünen Gips von Gemsah, östliche arabische Wüste Agyptens. (N. J. Min. Abh. 66, Beil. Bd. Abt. A., pp. 425-432.)
- UHLIG, J., 1912, Zur Kenntnis von Alunogen (Keramohalit) und Halotrichit. (N. J. Min. Cbl., pp. 723-731 et pp. 766-776.)
- Vertushkov, G. N., 1939, Kirovite and Cuprokirovite, new minerals from the pyrite conflagrations of the Urals. (Bull. Acad. Sci. U. R. S. S., Sér. Géol., N° 1, pp. 109-115.)

Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

- Fig. 1. Encroîtement jaune de sulfates ferriques (franquenite pour la presque totalité, avec très peu de fibroferrite?) sur un feuillet de schiste bleu-noir de l'assise de Mousty (p. 9). Réduction: 6/10 de la grandeur naturelle.
- Fig. 2, 3, 4 et 5. Cristaux de franquenite. Préparations montées dans l'eau (p. 9 et 10).
 Grossissement : 600 x.
- Fig. 6. Franquenite altérée par l'eau (p. 15). Grossissement : 600 ×.
- Fig. 7. Cristaux de fibroferrite ?. Préparation montée dans l'eau (p. 17).
 Grossissement : 300 ×.