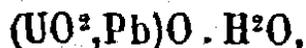


rôle de constituant de remplacement dans ces minéraux. Leur formule pourrait s'écrire :



D'autre part H. Buttgenbach a fait ressortir que les cristaux de becquerélite, de schoepite et de fourmariérite sont géométriquement très voisins.

Des analogies cristallographiques aussi grandes ne peuvent manquer d'attirer l'attention sur des analogies possibles entre les formules chimiques de ces minéraux. En ce qui concerne la formule de la fourmariérite il résulte de l'examen des nombres moléculaires ci-dessus qu'on peut l'écrire



si l'on considère le plomb comme un constituant de remplacement de l'uranium pour ce minéral.

La fourmariérite serait donc l'hydroxyde d'uranium à une molécule d'eau, comme la schoepite et la becquerélite sont des hydroxydes d'uranium à deux molécules d'eau.

(Mémoire reçu en août 1924)

### Sur la sklodowskite <sup>(1)</sup>, nouveau minéral uranifère; ses analogies avec l'uranotile

PAR ALFRED SCHOEP

J'ai donné une description de ce minéral pour la première fois dans une note parue dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences <sup>(2)</sup>. Je me suis limité exclusivement aux propriétés des cristaux de cette nouvelle espèce et j'en

<sup>(1)</sup> Dédiée à M<sup>me</sup> Curie-Sklodowska.

<sup>(2)</sup> C. R. Ac. Sci., Paris, 18 août 1924, p. 413-415.

ai donné l'analyse chimique. Mais les beaux cristaux sont rares tandis que le minéral, sous d'autres aspects, ne me paraît pas l'être, tout au moins dans la mine de Chinkolobwe au Kalanga (Congo Belge).

Ce sont ces variétés que je me propose de décrire ici dans l'ordre même où elles ont été trouvées. Quels que soient ces aspects, le minéral est toujours associé à une roche quartzreuse, un grès, quelquefois talqueux, ou à une roche siliceuse bréchoïde, riche en fragments anguleux de kassite compacte; dans cette roche, on trouve aussi, mais en bien moindre quantité, un minéral noir qui est certainement de nature colloïdale; il s'y présente en grains de la grosseur d'une tête d'épingle ou sous forme de taches noires à contours irréguliers; il donne la réaction du cobalt.

*Skłodowskite fibroradiée.* — C'est sous cet aspect que j'ai trouvé le minéral en premier lieu. Il forme des sphérolites de 6 à 7 millimètres de diamètre, à fibres serrées. Au centre de ces sphérolites, les fibres sont d'un beau jaune pâle; vers la périphérie elles ont une couleur plus terne et sont recouvertes d'un enduit noir cobaltifère. On peut aisément à l'aide d'une aiguille détacher quelques-unes de ces fibres; au microscope on constate qu'elles ont la forme de prismes allongés et aplatis, translucides, jaunes, pléochroïques, avec extinction droite et des teintes de polarisation assez élevées pour des épaisseurs aussi faibles. Leurs propriétés optiques sont d'ailleurs identiques à celles des bons cristaux dont la description suit.

Par son apparence extérieure le minéral ressemble à l'uranotile mais son indice moyen de réfraction et la disposition du plan des axes optiques permettent de les distinguer l'un de l'autre. L'uranotile, en effet, a un indice de réfraction moyen égal à 1,67 et le plan des axes optiques est parallèle à l'allongement des cristaux; la skłodowskite, au contraire, a un indice moyen égal à 1,63 et le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'allongement des cristaux.

J'ai fait plusieurs analyses de la skłodowskite fibroradiée

après l'avoir débarrassée des grains de quartz adhérent aux sphérolites ; mais je n'ai pu enlever complètement l'enduit noir cobaltifère qui les recouvrait. Ainsi purifiés, les cristaux étaient visiblement altérés, surtout à l'une des extrémités correspondant à la partie périphérique du sphérolite dont ils provenaient.

Leur densité mesurée à l'aide du pycnomètre est de 3,54.

L'analyse des fibres en apparence les plus pures a donné les résultats ci-dessous ; ceux-ci ne diffèrent pour ainsi dire pas d'autres parties moins fraîches ; c'est pourquoi j'ometts de les reproduire ici.

*Analyses de sklodowskite fibroradiée.*

	Analyse I	Analyse II	
H <sup>2</sup> O	13.33	—	
SiO <sup>2</sup>	—	13.49	
UO <sup>3</sup>	—	67.25	
MgO	—	1.91	
CaO	—	2.57	
CoO	—	1.27	
Total . . . . .			99.82

Le minéral se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique.

Sans tenir compte du cobalt qui n'est qu'une impureté, on voit que la composition chimique de ce minéral diffère peu de celle de l'uranotile ; je l'ai pendant longtemps considéré comme une variété de ce minéral, dans lequel une partie du calcium avait été remplacée par du magnésium. Mais après avoir pu établir que ses propriétés optiques étaient nettement différentes de celles de l'uranotile, il était presque certain que l'on se trouvait en présence d'une espèce nouvelle ; seule la composition chimique restait douteuse, car le

minéral présentait des traces indubitables d'un commencement d'altération.

*Sklodowskite compacte.* — C'est la forme commune du minéral. Sa couleur est jaune pâle ; la couleur de sa poudre, le jaune 00ga de l'échelle d'Ostwald ; la sklodowskite compacte est opaque et terreuse ; elle n'est pas friable mais assez tenace ; on la trouve quelquefois en masse dont le grain est extrêmement fin ; elle happe alors fortement à la langue.

Sa cassure est irrégulière ; sa texture, microcristalline et grenue. Chaque petit grain est biréfringent ; leur indice de réfraction est voisin de 1,64. On y observe souvent de petites veines de kasolite, qui tranche par leur couleur jaune d'ocre sur le jaune pâle de la sklodowskite. Mais on sépare facilement un minéral de l'autre. La sklodowskite compacte ne présente pas la moindre trace d'altération ; sa densité est de 3,74.

A l'analyse on obtient la composition suivante :

*Analyses de sklodowskite compacte*

	Analyse I	Analyse II	Analyse III	Analyse IV
HO <sup>2</sup>	14,23	14,42	14,17	—
SiO <sup>2</sup>				12.53
UO <sup>2</sup>				66.33
MgO				3.96
PbO				1.17
TeO <sup>2</sup>				2 64
NiO				Traces

La sklodowskite fibroradiée renfermait du calcium, la sklodowskite compacte n'en contient pas ; elle accuse au contraire une teneur en magnésium deux fois plus grande. La quantité d'eau un peu plus élevée que dans la variété fibroradiée peut s'expliquer par la texture beaucoup plus

poreuse. Le plomb provient selon toute évidence de la kasolite ; quant au tellure, on le trouve dans tous les minéraux de Chinkolobwe.

Lorsqu'il s'agit d'établir la formule d'un minéral il va de soi qu'on ne peut se baser que sur l'analyse des cristaux, quand il y en a ; l'analyse de minéraux sous forme compacte fournit des résultats sujets à la critique, car sous cette forme les minéraux sont presque toujours mélangés à des matières étrangères. Ce n'est visiblement pas le cas ici et je n'aurais pas hésité à considérer la composition de la variété compacte comme se rapprochant bien plus de celle du minéral pur.

La question a d'ailleurs pu être tranchée définitivement grâce à un échantillon remarquable dont je me suis servi pour donner une première description du minéral. Avant de décrire les cristaux de sklodowskite, j'ajouterai quelques mots au sujet de l'allure de la courbe de déshydratation de la sklodowskite massive. Celle-ci réduite en poudre et placée dans une nacelle couverte a été soumise à des températures croissantes dans un four électrique. Les températures ont été mesurées à l'aide d'un thermoélément et contrôlées par un thermomètre à azote. Le minéral a été maintenu pendant deux heures à chaque température ; il a été constaté que dans la plupart des cas le poids restait le même déjà après une heure de chauffe. Avant de faire les pesées après chaque essai, le minéral est placé dans un dessiccateur à chlorure de calcium où on le laisse pendant quelques minutes jusqu'à ce que sa température soit ramenée à 20° environ.

L'expérience a montré que la poudre reprenait, dans certains cas, une partie de son poids lorsqu'on la laissait pendant plusieurs heures dans le dessiccateur. Ce côté de la question ne sera pas examiné dans ce travail ; j'y reviendrai éventuellement plus tard.

Les résultats de ces recherches sont consignés dans le tableau suivant :

Températures	Durée	Pertes de poids	Pertes totalisées	Observations
50°	2h.	0,24%	0,24%	
75°-80°	«	0,05	0,29	
100°	«	«	0,29	
110°	«	7,30	7,59	
150°	«	0,53	8,12	La substance reprend 1,82% de son poids après 12 heures.
200°-210°	«	0,35	8,47	
250°-260°	«	1,55	10,02	La substance reprend 4,13% de son poids après 12 heures.
300°	«	1,31	11,33	
350°	«	1,47	12,80	
400°	«	0,89	13,69	
500°	«	0,69	14,38	La substance ne reprend plus de son poids même après plusieurs jours. Sa couleur est devenue jaune grisâtre-foncé.

Au delà de 500° le minéral ne perd plus d'eau.

*Sklodowskite en cristaux.* — La sklodowskite en beaux cristaux se trouve dans les fissures de la roche quartzuse bréchioïde signalée au début de ce mémoire. Ils ont la forme de prismes longs et très minces (4 à 5 millimètres de longueur, sur une fraction de millimètre d'épaisseur.) Ils sont jaunes citron, translucides, d'un éclat vitreux, d'une pureté remarquable. La couleur de leur poudre est le jaune 00 ga ; ils sont très fragiles ; je n'en ai pas encore trouvé qui puissent convenir à des mesures goniométriques. La facilité avec laquelle ils se brisent normalement à l'allongement me fait supposer qu'il y a un clivage suivant cette direction. Certains cristaux sont terminés par des faces de

pyramide. Ils ont l'apparence orthorhombique, ce que confirme l'étude de leurs propriétés optiques. Sur l'échantillon que je possède ils sont implantés normalement à la surface d'un morceau de roche qui en est presque tout à fait recouvert. A côté de ces cristaux de sklodowskite, on trouve des cristaux de kasolite plus courts mais également très purs. Il suffit d'effleurer l'extrémité de ces cristaux de sklodowskite pour les faucher en masse.

Ils sont pléochroïques :

jaune suivant Z,  
jaune pâle suivant Y, (direction de l'allongement)  
incolore suivant X.

Les indices de réfraction mesurés par la méthode de Becke sont

$$\alpha = 1,613 ; \quad \beta = 1,635 ; \quad \gamma = 1,657.$$

Ils sont optiquement négatifs.

Suivant la position du cristal sur le porte objet, on peut voir les deux axes optiques ou l'un des deux ; enfin quelques cristaux ont leur bissectrice obtuse perpendiculaire au porte objet.

Le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'allongement. La dispersion est assez marquée ;  $r < v$ . L'extinction est droite pour toutes les positions des cristaux ; la dispersion des axes optiques est celle des cristaux orthorhombiques.

J'ai fait l'analyse de ces cristaux après avoir vérifié qu'aucun minéral étranger n'y était mélangé.

Ils se dissolvent aisément dans l'acide chlorhydrique à chaud en donnant une silice gélatineuse. Ils donnent de l'eau dans le tube et deviennent, par calcination, brun noir avec reflet bronzé. Si on traite ces cristaux calcinés par l'acide chlorhydrique, ils se dissolvent mais en laissant comme résidu une silice qui garde la forme des cristaux, ce qui la fait ressembler à de l'asbeste soyeuse et blanche. On trouve par voie microchimique qu'ils contiennent de l'uranium, du magnésium mais pas de calcium. Chacun des cristaux, individuellement

donne avec le méthylglyoxime les belles aiguilles rouge carmin qui révèlent la présence du nickel. Ils contiennent aussi du potassium et du sodium.

L'analyse chimique des cristaux de sklodowskite conduit aux résultats suivants :

*Analyse de la sklodowskite en cristaux*

	Analyse I	Analyse II	Analyse III	Analyse IV
H <sup>2</sup> O	13,06	13,77	13,33	13,41
SiO <sup>2</sup>	14,55	—	—	14,28
UO <sup>2</sup>	63,78	—	—	64,72
MgO	—	—	—	3,74
TeO <sup>2</sup>	—	—	—	1,08
K <sup>2</sup> O + Na <sup>2</sup> O	—	—	—	1,97
NiO	—	—	—	0,20
Total . . . . .				99,40

Le dosage de l'eau s'est fait par la méthode de Penfield. Le nickel a été dosé par le méthylglyoxime; le tellure par une méthode que j'ai décrite antérieurement (1); les autres éléments comme à l'ordinaire.

La déshydratation de ces cristaux à différentes températures n'a pu être poursuivie avec autant de détails que celle de la sklodowokite compacte. J'ai néanmoins pu établir qu'en dessous de 100° et jusqu'à cette température ils ne perdent pas d'eau. La perte totale à 110° est de 1,23 % seulement; à 330°, elle atteint 10,51 %. A 900° il se dégage de l'oxygène et le minéral devient brun noir bronzé. La perte totale à 110° ne correspond pas à celle que l'on trouve lorsqu'on traite la sklodowskite compacte à cette température dans des condi-

(1) A. SCHOEP, Les minéraux uranifères du Congo belge etc. *Bull. Soc. belge de Géol.* 1924. XXXIII, (1923) p. 169-197.

tions identiques. Ceci est peut-être dû à ce que la sklodowskite massive se trouve en partie à l'état colloïdal ; cela rendrait compte en même temps de sa teneur en eau un peu plus élevée que dans les autres variétés et cela expliquerait également d'autres propriétés du minéral, qui sous cette forme, dénote en tous cas une très grande porosité. J'ajouterai que si on traite de la poudre de sklodowskite compacte par une solution diluée et chaude de bleu de méthylène, on observe que même après de nombreux lavages à l'eau distillée, une partie de la poudre retient la couleur. Les grains sont bleus mais non pléochroïques. Ceci ne s'observe pas avec les cristaux.

J'ai fait remarquer incidemment que la sklodowskite massive qui a perdu de l'eau à une certaine température a une tendance à reprendre son poids (eau ? air ?) après un séjour suffisamment long dans un dessiccateur à chlorure de calcium. Je n'ai pu vérifier si les cristaux de sklodowskite ont la même propriété ; mais j'ai constaté que la sklodowskite fibroradiée fait la même chose, de sorte que ce caractère ne paraît pas être le propre du minéral compact. Ceci mériterait d'être repris en tenant compte des variations que subissent en même temps les propriétés optiques des cristaux.

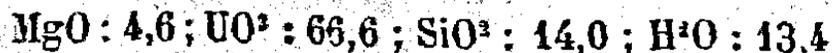
En ce qui concerne leur composition chimique je considère comme éléments constituants du minéral :  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{UO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Et si on rapporte à 100, pour ces composés, les résultats de l'analyse IV on obtient :

$\text{HO}^2$ . . . . .	13,94 ;	nombre moléculaire	0,77
$\text{SiO}^2$ . . . . .	14,74 ;	«	» 0,24
$\text{UO}^2$ . . . . .	67,31 ;	«	« 0,22
$\text{MgO}$ . . . . .	3,88 ;	«	« 0,09 (6)

La formule la plus simple et qui répond le mieux à cette composition peut s'écrire :



Les teneurs théoriques correspondantes sont :





J'ai dit que la sklodowskite ressemble beaucoup à l'uranotile et s'en rapproche par plusieurs de ses propriétés. L'analogie serait plus grande encore si la formule qu'on attribue généralement à l'uranotile avait une molécule d'eau en plus.

On écrit en effet cette formule :



Mais il est aisé de montrer que cette formule n'exprime pas la composition chimique du minéral et qu'il faut écrire  $7\text{H}^2\text{O}$  au lieu de  $6\text{H}^2\text{O}$ .

La formule ci-dessus est celle que T. L. Watson a donnée au minéral (1). Le matériel analysé par Watson n'était pas pur. D'autres minéralogistes se sont occupés de l'uranotile avant Watson et après lui. Je renvoie pour la bibliographie, du sujet à C. Doelter (2).

Boricky (3) est probablement le seul qui ait eu jusqu'à présent, à sa disposition pour ses recherches de l'uranotile pure en cristaux. Sans m'arrêter à la formule qu'il propose pour le minéral ( $\text{Ca U}^6 \text{ Si}^3 \text{ O}^{16}, 9\text{H}^2\text{O}$ ), je me contenterai de reprendre les résultats de son analyse et de refaire les calculs pour les nombres moléculaires.

*Analyse de l'uranotile en cristaux d'après Boricky*

H <sup>2</sup> O . . . . .		12,67
SiO <sup>2</sup> . . . . .		13,78
UO <sup>3</sup> . . . . .		66,75
CaO . . . . .		5,27
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> . . . . .		0,45
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> } . . . . .		0,51
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> }		

(1) T. L. WATSON, *Zeits. für Kryst.* XXXVIII. p. 680 (1903)

(2) C. DOELTER, *Handbuch der Mineralchemie* 1921. Tome II. p. 421.

(3) BORICKY, *Ber. Böhm. Ges. d. Wissensch.* 1870. XXXVI.

Ces chiffres, déduction faite des impuretés et rapportés à 100, deviennent

H <sup>2</sup> O. . . . .	12,86	nombre moléculaire	:	0,71
SiO <sup>2</sup> . . . . .	13,79	“ “	:	0,23
UO <sup>3</sup> . . . . .	67,78	” “	:	0,23
CaO. . . . .	5,45	“ “	:	0,09 (7)

ce qui conduit à une formule tout à fait analogue à celle de la sklodowskite à savoir : CaO. 2UO<sup>3</sup>. 2SiO<sup>2</sup>. 7H<sup>2</sup>O.

Les deux minéraux me paraissent donc bien avoir des compositions chimiques analogues : la sklodowskite est une uranotile à magnésium ou inversement l'uranotile est la sklodowskite à calcium. Ces analogies de composition chimique expliquent fort bien alors les grandes ressemblances qui existent entre les deux minéraux.

(Mémoire reçu en septembre 1924)

---

## Sur le gisement de béryl d'Ambatofisaorana (Madagascar)

Par M. DUMAS

M<sup>re</sup> HINGRAY possède à 50 kilomètres au Nord de Tananarive un intéressant gisement de béryl qui, en quelques années d'exploitation seulement (1922-1923), a déjà produit 6770 grammes de béryl égrisé représentant une valeur de 20 à 40.000 francs.

Ce béryl se présente comme élément constitutif d'une pegmatite à petits éléments, en association avec le quartz — parfois enfumé — le feldspath microcline et la biotite ; les autres éléments sont rares et l'on trouve seulement un peu d'euxénite et de monazite. En d'assez nombreux points, la pegmatite a une structure graphique.

La pegmatite, en filon vertical, de direction Nord 20° Ouest