

III. LA VANDENBRANDEITE, UN NOUVEAU MINÉRAL URANIFÈRE,

PAR

ALFRED SCHOEP.

La direction du Comité spécial du Katanga a bien voulu me confier l'étude des minéraux d'un nouveau gîte uranifère situé à Kalongwe, à environ 2 kilomètres à l'est du repère Karungwe du C. S. K. Parmi ces minéraux, il s'en trouve un qui est nouveau et auquel j'ai donné le nom de *vandenbrandeite* en l'honneur de P. VAN DEN BRANDE, géologue au C. S. K., à qui l'on doit la découverte du gisement.

La vandenbrandeite est un uranate de cuivre hydraté répondant à la formule $2 \text{UO}_3 \cdot 2 \text{CuO} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$; sa couleur est verte. On connaît, en minéralogie, deux uranates de plomb : la curite $5 \text{UO}_3 \cdot 2 \text{PbO} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ et la fourmarierite $4 \text{UO}_3 \cdot \text{PbO} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, découverts à Shinkolobwe; leur couleur est rouge-orange; l'un et l'autre cristallisent dans le système rhombique; la vandenbrandeite paraît appartenir au système triclinique. La vandenbrandeite est le treizième minéral uranifère nouveau trouvé au Katanga.

La vandenbrandeite et les minéraux associés décrits dans ce mémoire ont été recueillis par P. VAN DEN BRANDE à trois mètres de profondeur environ; ses recherches n'ont pas été poussées au delà de cinq mètres où fut trouvée la pechblende massive provenant d'un filonnet de 5 à 10 centimètres d'épaisseur; les minéraux secondaires forment autour de la pechblende une gaine d'environ 30 à 40 centimètres; leur couleur est surtout verte et jaune. Les minéraux provenant de la surface d'un gîte sont assez souvent altérés par les eaux d'infiltration; la vandenbrandeite est inaltérée, comme le prouve l'éclat de ses cristaux.

Description de la Vandenbrandeite. Cristaux. — Ce minéral se présente en masses irrégulières de couleur vert foncé, recouvertes d'un enduit poussiéreux, souvent très abondant, de couleur jaune; le même minéral jaune se trouve dans des cavités de la vandenbrandeite; à première vue, on

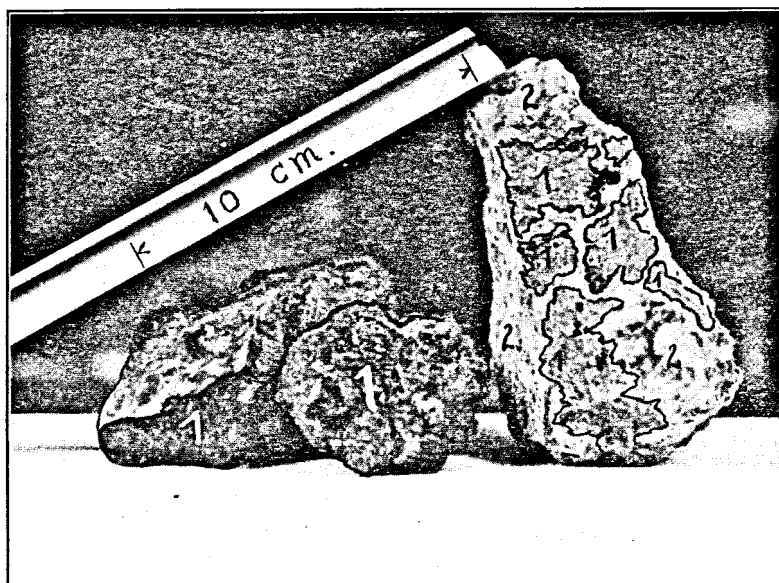


Fig. 1. — Morceaux de vandenbrandeite.
1 = Vandenbrandeite. 2 = Kasolite.

prendrait ce minéral jaune pour de la dewindtite, mais l'analyse chimique a prouvé, comme on le verra plus loin, qu'il s'agit de la kasolite. La figure 1 est une photographie de quelques blocs de vandenbrandeite. Celle-ci est cristalline et présente en lame mince une texture particulière, due vraisemblablement à des clivages (fig. 2).

Dans la vandenbrandeite, il y a de petites géodes tapissées de cristaux, mesurant au maximum un quart de millimètre. Ces cristaux sont trop petits pour pouvoir être mesurés et se clivent, par



Fig. 2.
Photographie d'une lame mince pratiquée dans la vandenbrandeite.
Les taches plus sombres sont un effet du pléochroïsme intense.
(Lumière blanche, analyseur enlevé. Gross. $\times 100$).

ailleurs, avec une si grande facilité qu'on ne parvient pas à les détacher sans les réduire en lamelles. Cependant, pour qu'on puisse se rendre compte de leur habitus, j'en ai dessiné un, en m'efforçant de rendre aussi exactement que possible l'orientation des arêtes (fig. 3). Ces cristaux sont très souvent associés en groupements parallèles; la face la plus développée est généralement dans ce cas (001); ces groupements ont l'aspect que représente la figure 4.

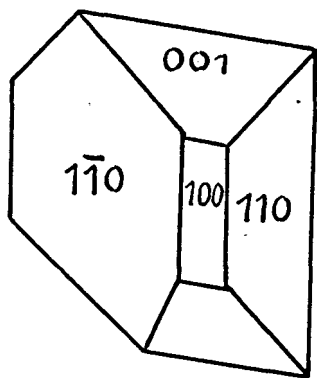


Fig. 3.
Cristal de vandenbrandeite mesurant 1/4 de millimètre environ dessiné d'après nature.

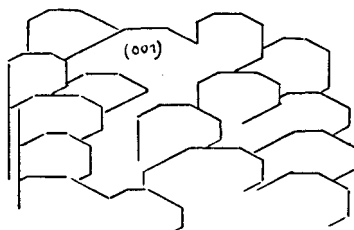


Fig. 4.
Groupement parallèle de cristaux de vandenbrandeite; la face (001) est prédominante.

Il y a un clivage parfait et facile suivant la face (001) et un autre clivage dans la zone (100) : (110), mais je n'ai pu déterminer suivant quelle face de cette zone se fait le second clivage; il n'est pas non plus impossible qu'il y ait dans cette zone encore un autre clivage.

Les lamelles de clivage (001) présentent presque toujours des contours cristallographiques; on y mesure les angles supplémentaires : 35° à 38° ; 52° à 54° ; 61° à 63° .

Les lamelles de clivage de la zone (100) : (110) présentent quelquefois deux arêtes avec un angle de 56° ou 124° ; mais le plus souvent ces lamelles ne possèdent qu'une seule bonne direction cristallographique; ces lamelles ont des propriétés optiques intéressantes qui sont décrites plus loin.

Dureté et couleur. — Les cristaux idiomorphes de vandenbrandeïte sont vert foncé, quelquefois presque noirs; le minéral à l'état compact est toujours vert foncé.

La dureté a été déterminée sur une surface polie d'un bloc du minéral; elle est égale à 4; la poussière est verte, le vert 92 n de l'échelle des couleurs d'Ostwald.

Propriétés optiques. Examen au microscope. — Les lamelles de clivage (001) ne sont vraiment translucides que si elles sont très minces; leur couleur est un vert foncé; on y voit des inclusions nombreuses et extrêmement petites d'un minéral jaune qui n'est autre que la kasolite; ce sont ces inclusions qui rendent les lamelles troubles; les bords de celles-ci sont toujours limpides et dépourvues d'inclusions.

Ces lamelles ne sont pas pléochroïques pour la bonne raison qu'elles sont presque perpendiculaires à un des axes optiques; l'autre axe n'a pu être observé ce qui fait que l'orientation du plan des axes reste indéterminé. La dispersion est forte, mais la couleur verte du cristal ne permet pas de dire comment elle se fait; le signe optique est indéterminable.

Les lamelles de clivage parallèles à la zone (100) : (110) montrent toujours une direction cristallographique, plus rarement deux, faisant entr'elles un angle de 56° ou 124°. Ces lamelles donnent, entre nicols croisés et en lumière blanche, une teinte d'interférence variant avec leur orientation par rapport aux nicols et non avec l'épaisseur. Si AB est la direction de l'arête cristallographique que ces lamelles montrent ordinairement, on observe ceci : les nicols étant croisés et AB étant placé parallèlement à une des directions de vibration des nicols, la lame présente une teinte grise d'interférence; pour un angle de 32° environ entre AB et la direction de vibration en question, la teinte passe au jaune sale; pour 46° on observe le violet foncé, paraissant presque noir et qu'on prendrait pour la direction d'extinction en lumière blanche; pour 61° on observe un bleu lavande lequel passe au gris pour un angle de 90°; en continuant à tourner *dans le même sens*, on revoit les mêmes teintes dans le même ordre de succession. On ne peut obtenir l'extinction de la lame en lumière blanche; en lumière monochromatique (flamme colorée par des sels de sodium) l'extinction se fait pour 35° mesurés par rapport à AB. Ces couleurs s'observent d'autant mieux que la lame est moins épaisse.

Ce sont ces lamelles qui montrent le pléochroïsme le plus accentué : l'absorption maxima s'obtient pour un angle de 40° avec AB; la lame paraît verte; perpendiculairement à cette direction la lame est incolore ou presque.

Ces lamelles m'ont servi à déterminer deux indices de réfraction que je désignerai par n_g et n_p ; il est bien entendu qu'il ne s'agit ici que des deux indices de réfraction d'une lame dont je ne connais pas l'orientation dans le cristal; j'ai trouvé :

$$\begin{aligned} n_g &= 1,80 \pm 0,02 \\ n_p &= 1,77 \pm 0,02 \end{aligned}$$

Les lamelles (001) étant presque perpendiculaires à un axe optique, leur indice de réfraction peut être considéré comme étant à peu près égal à l'indice moyen; j'ai trouvé dans ces lames :

$$\beta = 1,78 \pm 0,02$$

Ces indices de réfraction ont été déterminés par immersion dans des mélanges fondus de pipérine et d'iodure d'arsenic et d'antimoine.

Poids spécifique. — Le poids spécifique a été déterminé sur la vandenbrandeïte massive, après l'avoir débarassée des minéraux étrangers visibles au binoculaire; mais les lames minces pratiquées dans le minéral montrent qu'il y a des cristaux microscopiques de kasolite dans toute sa masse; on y observe aussi un peu de gœthite.

La vandenbrandeïte la plus pure que j'ai pu obtenir a un poids spécifique de 4,96. Trois déterminations au pycnomètre ont donné :

4,97	sur	8,5577	grammes;
4,91	»	7,8770	»
4,94	»	2,5592	»

Propriétés et composition chimiques. — La matière qui a servi à la détermination du poids spécifique est aussi celle qui a été employée aux recherches chimiques.

Le minéral se dissout même à froid dans tous les acides, mais très difficilement; à chaud cette dissolution se fait aisément et s'accompagne d'un léger dégagement gazeux que j'ai observé encore avec d'autres minéraux uranifères du Katanga; le gaz qui se dégage ne m'a pas donné la réaction de CO_2 ; peut-être s'agit-il d'hélium?

La solution acide du minéral est verte, un peu jaunâtre. Lorsque le minéral est dissout dans l'acide sulfurique, il se forme un léger précipité blanc et lourd qui est du sulfate de plomb.

La solution acide se colore en bleu par l'ammoniaque; il se forme en même temps un précipité gélatineux dont la couleur est indéfinissable dans la solution bleue; ce précipité, jeté sur un filtre, est d'un beau jaune: c'est de l'hydroxyde d'uranium colloïdal.

L'analyse qualitative complète du minéral y révèle la présence des composants suivants: H_2O , PbO , CuO , UO_3 , P_2O_5 , SiO_2 , Fe_2O_3 .

Le minéral fond en une masse noire vers 1000° ; cette masse en refroidissant passe à l'état cristallin.

La marche suivie dans l'analyse quantitative est la suivante:

Le minéral est dissout dans l'acide chlorhydrique et la silice est isolée par la méthode habituelle. La solution, exempte de silice, est évaporée à sec et traitée par l'acide sulfurique pour séparer le plomb. Dans la solution découlante, après élimination de l'alcool, on dose l'uranium, le fer et l'acide phosphorique.

L'eau a été dosée par la méthode de Penfield.

Le tableau ci-dessous réunit les résultats de quelques dosages.

Quantité de matière employée	Résidu et silice	CuO	PbO	UO_3	Fe_2O_3	P_2O_5	H_2O
0,5262 gr.	1,42 %	15,95 %	—	—	—	—	—
0,5243 "	1,58 "	15,62 "	—	—	—	—	—
0,5061 "	1,67 "	—	4,93 %	65,86 %	—	—	—
0,5069 "	—	—	—	65,15 "	—	—	—
0,5188 "	1,98 "	—	4,53 "	—	—	—	—
0,4987 "	—	—	4,62 "	—	1,55 %	0,21 %	—
0,4535 "	—	—	—	—	—	—	9,20 %
0,8690 "	—	—	—	—	—	—	9,30 "
0,6876 "	—	—	—	—	—	—	—

La moyenne de ces résultats donne pour chaque composant les chiffres suivants:

UO_3	65,45 %
CuO	15,78
H_2O	9,25
PbO	4,69
SiO_2	1,66
Fe_2O_3	1,55
P_2O_5	0,21

Total 98,59

Le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique n'est pas seulement formé de silice amorphe; on y trouve aussi un peu de quartz et quelques paillettes d'une phyllite. Le fer provient de la limonite qu'il est impossible de séparer complètement de la vandenbrandeïte. Le phosphore vient probablement d'un minéral d'uranium tel que la dewindtite, sans que je sois parvenu à le trouver. Le plomb doit

être considéré comme appartenant à la kasolite qui est si intimement mélangée à la vandenbrandeite, qu'on la retrouve en inclusions jusque dans les plus petits fragments.

PbO, pas plus que Fe_2O_3 , P_2O_5 , SiO_2 , n'appartiennent aux composants de la vandenbrandeite. Mais le plomb ne peut être soustrait, sans plus, de la composition chimique; si PbO appartient à la kasolite incluse, une certaine quantité d'uranium y appartient pareillement, ainsi que de la silice et de l'eau.

La composition chimique de la kasolite, calculée d'après sa formule chimique $3 \text{PbO} \ 3 \text{UO}_3 \ 3 \text{SiO}_2 \ 4 \text{H}_2\text{O}$, peut s'écrire :

UO_3	48,2 %
PbO	37,5
SiO_2	10,1
H_2O	4,2

En admettant qu'il y ait dans la vandenbrandeite 4,7 % (valeur moyenne trouvée = 4,69 %) de PbO appartenant à la kasolite, on calcule qu'il correspond à cette quantité 6,04 %, de UO_3 , 1,2 % de SiO_2 et 0,5 % de H_2O .

Déduction faite de ces quantités, il reste pour les composants de la vandenbrandeite :

UO_3	59,41 %
CuO	15,78
H_2O	8,75

Ces chiffres rapportés à 100 donnent :

		Nombres moléculaires
UO_3	70,72 %	0,578
CuO	18,86	0,247
H_2O	10,42	0,237

Cette composition peut s'exprimer le plus simplement par la formule



qui répond à la composition théorique centésimale de :

UO_3	69,6 %
CuO	15,9
H_2O	10,9

La vandenbrandeite serait, d'après cela, un uranate de cuivre hydraté.

Déshydratation de la vandenbrandeite. — La déshydratation de la vandenbrandeite se fait suivant le tableau ci-dessous :

Heures	Températures	Pertes de poids
2	50°	0,12 %
2	92-95	0,18
2	108-110	0,48
3	108-110	0,51
4	108-110	0,54 (— H_2O)
1	200-215	1,30
1	300-320	8,28
1	400-420	9,04
2	600-620	9,32
2	800-820	9,32
1 1/2	1000-1100	9,32 (10,99 — 9,32 = 1,67 % d'oxygène)

Il résulte des chiffres ci-dessus que la vandenbrandeite ne perd que 0,54 % d'eau en dessous de 110°; vers 300° le minéral perd 4 1/2 molécules de H₂O; il faut élever la température jusqu'à 800° pour chasser la dernière demi-molécule.

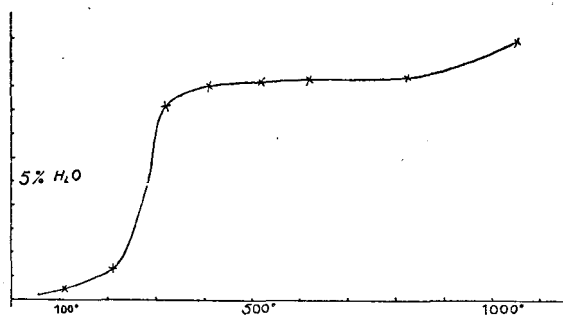


Fig. 5.

Courbe de déshydratation de la vandenbrandeite.

La perte de poids que subit le minéral vers 1000° est due à un départ d'oxygène; ceci s'observe pour tous les minéraux uranifères contenant UO₃ (1). La courbe que reproduit la figure 5 est construite avec les données ci-dessus.

La vandenbrandeite est associée à la pechblende, la chalcopryrite, la chalcosite, la kasolite, la sklodowskite et la malachite; c'est un minéral secondaire dont les éléments sont empruntés à la pechblende et à la chalcopryrite comme le montre les sections polies du minéral. Celles-ci présentent des îlots de chalcopryrite, partiellement ou complètement transformée en chalcosite, au milieu de l'uraninite; la vandenbrandeite forme une croûte verte autour de ce minéral; l'altération complète, par oxydation et hydrolyse de la pechblende et de la chalcopryrite, conduit à l'association kasolite, vandenbrandeite et gèthite.

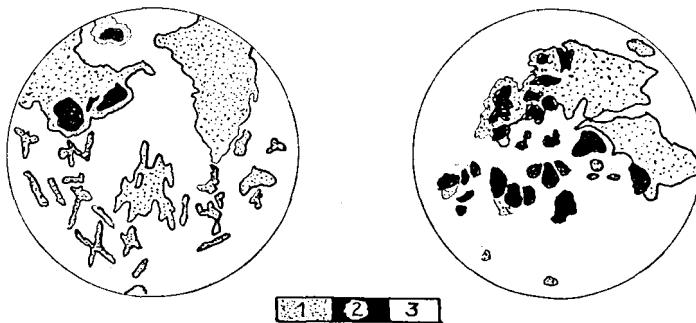


Fig. 6.

Section polie du minéral uranifère de Kalongwe.

- 1 = chalcosite.
2 = chalcopryrite.
3 = uraninite.

La figure 6 montre deux sections polies de pechblende à chalcopryrite; elle est altérée en chalcosite; l'uraninite semble s'être substituée à la chalcopryrite.

La kasolite se présente sous une forme pulvérulente que je ne lui connaissais pas et qui la fait ressembler beaucoup à de la dewindtite; elle ne s'observe pas en contact direct avec la pechblende; je n'ai pu l'identifier qu'en faisant l'analyse chimique; celle-ci donne :

UO ₃	44,39 %
PbO	30,04
SiO ₂	11,11
H ₂ O	4,90

Cette composition est bien celle de la kasolite; il faut tenir compte du fait que la kasolite est ici loin d'être pure; elle est notamment cuprifère, et cela s'explique. Il en est de même de la sklodowskite dont les cristaux aciculaires groupés en houppes ont ici une jolie couleur jaune verdâtre pâle. Il convient d'ajouter que la sklodowskite ne s'observe qu'en cristaux sur des schistes très altérés uranifères et cuprifères, à côté de cristaux idiomorphes de vandenbrandeite de couleur verte si foncée que quelques-uns en paraissent noirs.

L'association minéralogique de la zone superficielle du gîte de Kalongwe diffère de celle de

(1) Voir *Annales du Musée du Congo Belge*. A. Minér. Série I; tome 1; fascicule 2; pp. 12.

Shinkolobwe en ce que l'uraninite est associée ici à des minéraux sulfurés de cuivre, rares ou absents à Shinkolobwe, où dominant les minéraux de couleur orange (curite) et jaune (kasolite) quelquefois cobaltifères; le sulfure de Shinkolobwe est surtout la linnéite Co_3O_4 ; les minéraux oranges à Kulongwe paraissent être rares et représentés seulement par un peu de gummite répartie dans la pechblende.
