

KONINKLIJK MUSEUM VOOR MIDDEN-AFRIKA, TERVUREN, BELGIË  
MUSÉE ROYAL DE L'AFRIQUE CENTRALE, TERVUREN, BELGIQUE

# LES MINÉRAUX SECONDAIRES D'URANIUM DU ZAÏRE



par M. DELIENS,  
P. PIRET et  
G. COMBLAIN

1981

LES MINÉRAUX SECONDAIRES  
D'URANIUM  
DU ZAÏRE

KONINKLIJK MUSEUM VOOR MIDDEN-AFRIKA, TERVUREN, BELGIË  
MUSÉE ROYAL DE L'AFRIQUE CENTRALE, TERVUREN, BELGIQUE

# LES MINÉRAUX SECONDAIRES D'URANIUM DU ZAÏRE

PAR

**Michel DELIENS**

Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren.

**Paul PIRET**

Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve.

**Gordon COMBLAIN**

Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren.

1981

*D/1981/0254/7*

## TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION .....	1
I. Les minéralisations uranifères du Shaba méridional .....	2
1. Le gisement de Shinkolobwe .....	2
2. Gisements divers .....	7
II. La pegmatite uranifère de Kobokobo au Kivu .....	7
III. Minéral primaire .....	9
Uraninite .....	9
IV. Les minéraux secondaires d'uranium .....	11
1. Les oxydes hydratés .....	11
Curite .....	11
Vandenbrandéite .....	13
Studtite .....	15
Roubaultite .....	18
Groupe structural de la becquerelite .....	19
Becquerelite .....	21
Billietite .....	23
Ianthinite .....	26
Schoepite .....	28
Fourmariérite .....	31
Wölsendorfite .....	34
Masuyite .....	37
Vandendriesschéite .....	38
Richetite .....	41
2. Les carbonates .....	43
Sharpite .....	43
Wyartite .....	45
Rutherfordine .....	48
3. Les tellurates .....	50
Schmitterite .....	50
4. Les sélénites .....	52
Guilleminite .....	52
Derriksité .....	55
Marthozite .....	57
Desmesmaekerite .....	59

5. Les molybdates .....	61
Umohoïte .....	61
6. Les phosphates .....	64
Parsonsite .....	64
Ranunculite .....	66
Groupe structural de l'autunite .....	68
Autunite .....	69
Torbernite .....	71
Saléite .....	74
Threadgoldite .....	76
Groupe structural de la phosphuranylite .....	78
Phosphuranylite .....	79
Dumontite .....	81
Renardite .....	83
Phurcalite .....	85
Phuralumite .....	87
Upalite .....	89
Mundite .....	90
7. Les vanadates .....	92
Groupe structural de la carnotite .....	92
Curiénite .....	93
Francevillite .....	95
Sengiérite .....	97
8. Les silicates .....	99
Soddyite .....	99
Groupe structural de l'uranophane .....	101
Uranophane .....	102
Kasolite .....	105
Sklodowskite .....	107
Cuprosklodowskite .....	110
9. Minéraux discrédités, variétés et espèces non décrites dans l'ouvrage	112
REMERCIEMENTS .....	113

## INTRODUCTION

Cet ouvrage constitue une version modifiée et mise à jour des «Minéraux uranifères du Haut-Katanga», édités en 1958 par les Amis du Musée royal de l'Afrique centrale. La présentation générale a été conservée mais le sujet a été étendu aux minéralisations uranifères de Kobokobo, au Kivu. Des espèces nouvelles, récemment découvertes, ainsi que de nouvelles occurrences pour le Zaïre ont été ajoutées. Les données chimiques ou physiques relatives à des espèces connues ont été complétées ou corrigées en fonction de travaux scientifiques récents.

Il n'est plus fait mention dans cette édition des gisements extérieurs au Zaïre, sauf quand il s'agit du lieu d'occurrence original d'un minéral. De très nombreux gisements ont en effet été décrits au cours des dernières années et l'énumération des occurrences de certains minéraux communs ferait à elle seule l'objet d'un catalogue.

Afin d'alléger la présentation, les spectres de poudre des minéraux, obtenus par diffraction des rayons X, ne sont plus repris. On a considéré que le minéralogiste amateur ne dispose pas de l'appareillage permettant ce mode d'identification, le professionnel quant à lui peut utiliser les fiches du J.C.P.D.S. (Joint Committee on Powder Diffraction Standards).

Des données structurales ont été introduites dans l'ouvrage; les minéraux y sont classés en groupes structuraux au sein des grandes familles chimiques.

La description des minéraux est étoffée par de nombreuses photos nouvelles illustrant la diversité des faciès. Des cartes de localisation des gisements ont également été ajoutées.

Au point de vue bibliographique, il est fait référence à l'auteur de la description originale du minéral et éventuellement aux auteurs qui ont apporté une contribution importante à l'étude de certaines espèces (détermination de la structure, établissement d'une formule chimique précise, etc...). On notera cependant qu'afin de ne pas allonger inutilement le texte, on s'est souvent borné à citer l'article le plus récent, dans lequel le lecteur intéressé pourra trouver les références aux travaux antérieurs.

# I. LES MINERALISATIONS URANIFERES DU SHABA MERIDIONAL

Les minéralisations uranifères du Shaba méridional sont localisées dans les roches du groupe des Mines appartenant au Roan ou Katangien inférieur, d'âge Précambrien supérieur. L'uranium accompagne le cuivre, le cobalt, le fer, des métaux précieux et le nickel. Ce dernier élément n'est présent que dans certains gisements.

Les gisements cupro-cobaltifères et uranifères sont compris dans une bande relativement étroite (environ 50 kilomètres de largeur) de l'arc plissé katangien. Cette bande, dont la convexité est tournée vers le nord, s'étend du sud-est de Lubumbashi jusqu'à Likasi. A l'ouest de cette ville, la bande se divise en deux branches : une branche méridionale particulièrement riche en uranium qui se prolonge jusqu'à Kalongwe et une branche septentrionale qui s'étend jusqu'à Kolwezi. La branche sud renferme les gisements uranifères de Shinkolobwe, de Swambo, de Mindigi et de Kalongwe; la branche nord est minéralisée en uranium dans la région de Kolwezi (gisements de Kamoto et de Musonoi).

On connaît deux types principaux de gisements : des gisements stratiformes de cuivre-cobalt, éventuellement accompagnés d'uranium (exemple : Kamoto) et des gisements de type épigénétique à uranium, nickel, cobalt et cuivre (exemple : Shinkolobwe).

D'après les travaux récents, l'origine de la minéralisation est la suivante : il existe une seule période de minéralisation en uranium, cuivre, cobalt, fer et nickel, antérieure au plissement des roches. Cette minéralisation syngénétique a donné des gisements de type stratiforme. Lors des plissements des roches, l'uranium a été remis totalement ou partiellement en mouvement, donnant des gisements épigénétiques, notamment de type filonien.

Shinkolobwe étant le seul gisement d'uranium à avoir été exploité au Shaba, il servira d'exemple pour la description des associations minérales primaires et secondaires. Il est en outre le gisement où la paragenèse est la plus complexe.

## 1. Le gisement de Shinkolobwe

Shinkolobwe est situé à environ 25 kilomètres à l'ouest de Likasi. Le gisement a été découvert en 1915 par le major Sharp. L'exploitation a débuté en 1921 pour le radium et s'est poursuivie jusqu'en 1936. Après une interruption de 8 ans, les travaux ont repris, en mine et en carrière, pour l'exploitation de l'uranium jusqu'en 1960.

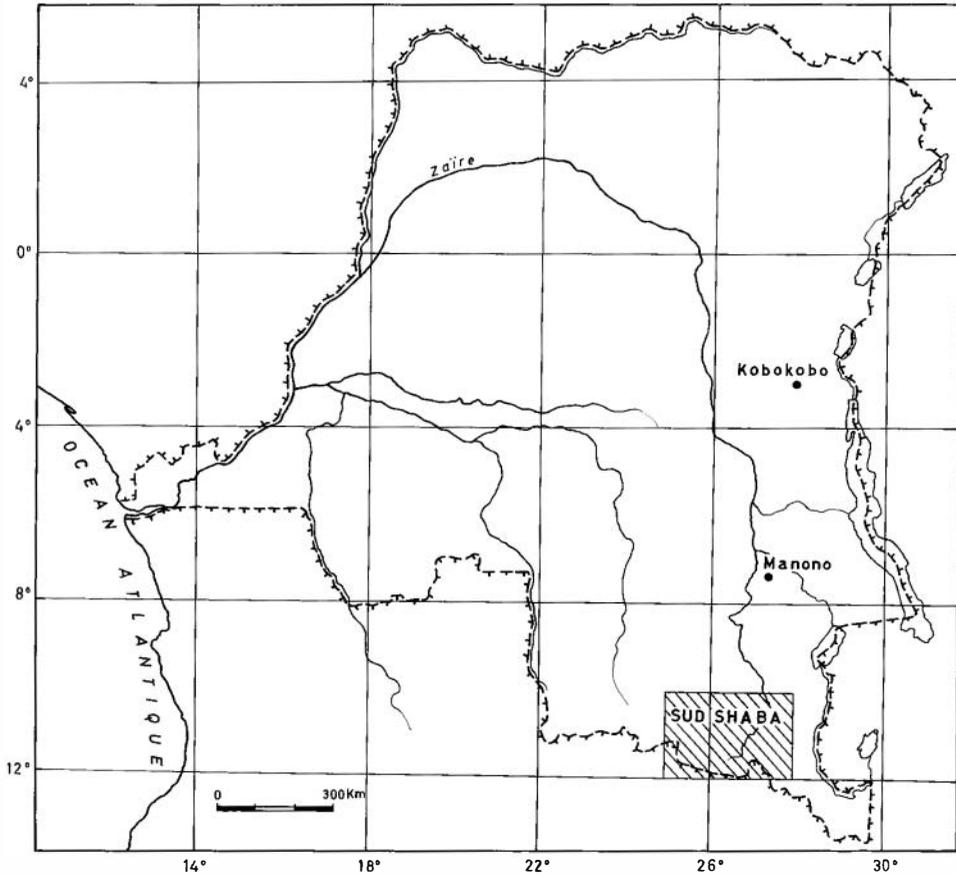


Fig. 1. - Gisements du Zaïre renfermant des minéraux secondaires d'uranium. Le rectangle hachuré est agrandi à la figure 2.

La mise en place épigénétique de la minéralisation s'est effectuée en plusieurs stades successifs qui peuvent être résumés de la manière suivante [d'après Derriks et Vaes (1955)\* et Cahen, François et Ledent (1971)\*\*] :

- Un très important filon de magnésite a recoupé les dolomies du groupe des Mines, provoquant une magnésitisation des roches encaissantes.
- Au stade suivant, daté de 656 millions d'années \*\*\*, a eu lieu la mise en place de très importantes quantités d'uranium (uraninite), de nickel (vaesite), de cobalt

\* DERRIKS, J.J. et VAES, J.F. (1955). Actes de la Conf. Int. sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques (Genève, 1955) - Vol. VI, 108-144.

\*\* CAHEN, L., FRANÇOIS, A. et LEDENT, D. (1971) - Ann. Soc. géol. Belgique, 94, 185-198.

\*\*\* Les âges mentionnés sont calculés avec les nouvelles constantes.

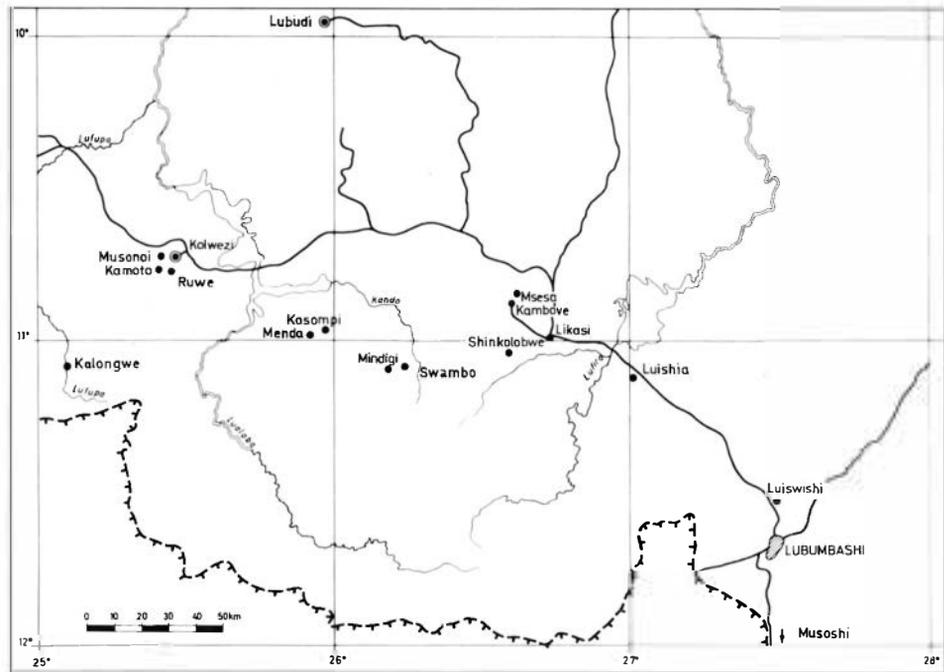


Fig. 2. - Détail des gisements du Shaba méridional.

(cattierite), accompagnées de cuivre et de fer (chalcopyrite). La minéralisation de Swambo est du même âge.

- A 602 millions d'années, un nouvel épisode de minéralisation a eu lieu, caractérisé par l'uranium, le cobalt et surtout le cuivre. Le nickel est absent. Le gisement de Kalongwe est caractérisé par cette paragenèse de 602 m.a.

Il faut préciser que les mesures d'âges radiométriques effectuées sur des uraninites ont montré l'existence au Shaba d'un nombre plus important d'épisodes de minéralisation épigénétique qui se situent entre  $\geq 692$  m.a. et 508 m.a. Plus au sud, en Zambie, des âges compris entre 508 m.a. et 226 m.a. ont été mesurés.

- Les différents sulfures de haute température déjà mis en place se sont ensuite transformés en minéraux stables à plus basse température, tels que la siegenite, la digénite, la covelline, la penroséite, etc...
- L'altération superficielle du gisement, enfin, a eu lieu à une époque récente. De très nombreux minéraux secondaires oxydés se sont alors formés dans la zone d'altération superficielle. Celle-ci est particulièrement développée à Shinkolobwe par suite de la forte tectonisation des roches, permettant une circulation aisée des eaux d'infiltration.

### *Altération de l'uraninite*

La circulation des eaux météoriques dans la partie superficielle du gisement a provoqué l'altération récente de l'uraninite et des sulfures primaires qui l'accompagnent, suivant un schéma classique. Dans un premier stade, l'uranium et le plomb radiogénique qui l'accompagne dans l'uraninite ainsi que les cations des sulfures ont été remobilisés. Les roches dolomitiques encaissantes, parfois silicifiées, ont également libéré des éléments tels que le calcium, le magnésium, le baryum et le silicium. L'ensemble de ces cations a alors réagi avec les eaux de circulation carbonatées et siliceuses pour donner naissance à une très riche variété de minéraux secondaires.

### *Répartition zonaire des minéraux secondaires*

Plusieurs zones successives, caractérisées par des associations minérales qui leur sont propres, peuvent être distinguées à partir du minerai primaire :

#### **La zone de l'uraninite et des sulfures non altérés.**

L'uraninite en cristaux idiomorphes est accompagnée d'une série de sulfures de cuivre, de nickel, de cobalt et, plus rarement, de fer et de molybdène. Le soufre peut être substitué par du tellure et du sélénium (l'arsenic est absent à Shinkolobwe). Citons, parmi les minéraux primaires : la bornite  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ , la bravoïte  $(\text{Ni},\text{Fe})\text{S}_2$ , la carrollite  $\text{CuCo}_2\text{S}_4$ , la cattierite  $\text{CoS}_2$ , la chalcocite  $\text{Cu}_2\text{S}$ , la chalcopyrite  $\text{CuFeS}_2$ , la covelline  $\text{Cu}_2\text{S}$ , la digénite  $\text{Cu}_9\text{S}_5$ , la linnaeite  $\text{Co}_3\text{S}_4$ , la mélonite  $\text{NiTe}_2$ , la millerite  $\text{NiS}$ , la molybdénite  $\text{MoS}_2$ , la penroséite  $(\text{Ni},\text{Cu})(\text{Se},\text{S})_2$ , la pentlandite  $(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$ , la pyrite  $\text{FeS}_2$ , la siegenite  $(\text{Co},\text{Ni})_3\text{S}_4$ , la vaesite  $\text{NiS}_2$  et l'umangite  $\text{Cu}_3\text{Se}_2$ .

#### **La zone de l'uraninite épigénisée**

Dans un premier stade de l'altération, l'uraninite est transformée sur place en un autre minéral avec conservation de la forme extérieure cubique du cristal original. L'uraninite est le plus souvent épigénisée en uranates hydratés (becquerelite, curite) mais aussi en silicates (uranophane, par exemple). La teinte dominante de cette zone est le noir.

## La zone des oxydes hydratés

Les minéraux de cette zone sont vivement colorés en jaune orangé. Les cristaux se développent plus largement que dans la zone précédente. Les principales espèces sont : la schoepite et la studtite (U seul), la becquerelite (U + Ca), la billietite (U + Ba), la curite, la fourmariérite, la vandendriesschéite, la wölsendorfite et la richetite (U + Pb). Outre les oxydes hydratés, cette zone renferme des carbonates d'uranyle, tels que la rutherfordine, la wyartite et la sharpite.

Un silicate d'uranyle, l'uranophane, complète l'association. Là où la minéralisation primaire est riche en cuivre, on trouve en outre la vandenbrandéite et la roubaultite (oxydes hydratés U-Cu). Quelques minéraux de cette zone sont des espèces très rares : la richetite, la roubaultite et la sharpite. La présence d'ianthinite violette (oxyde hydraté d'U seul) est exceptionnelle car ce minéral se forme dans un milieu réducteur très éloigné des conditions habituelles de la zone d'oxydation aérée de Shinkolobwe.

## La zone des minerais silicatés

Cette zone est caractérisée par la prédominance des silicates d'uranyle : soddyite (U seul), kasolite (Pb), uranophane (Ca), sklodowskite (Mg) et cuprosklodowskite (Cu). La curite est encore très répandue dans cette zone.

## La zone des phosphates

C'est la zone la plus externe par rapport à la minéralisation primaire. Les solutions qui ont donné naissance aux phosphates d'uranyle ont pu migrer à des distances considérables et cristalliser dans les fissures des roches encaissantes. Les phosphates d'uranyle les plus rencontrés sont la torbernite (Cu), la saléeite (Mg), la renardite (Pb), la parsonsite (Pb) et la phosphuranylite (Ca). La dumontite (Pb) et la phurcalite (Ca) sont plus exceptionnelles.

De même que la vandenbrandéite et la cuprosklodowskite sont liées à la présence de cuivre, d'autres minéraux secondaires sont caractéristiques de la présence de certains cations dans la minéralisation primaire : la schmitterite (minéral secondaire de tellure), l'umohoïte (minéral secondaire de molybdène), etc...

Les derniers minéraux à se constituer sont les sulfates d'uranyle tels que la zippéite et l'uranopilite. Ces minéraux se forment encore à l'heure actuelle sur les parois des galeries de mine.

## 2. Gisements divers

Des minéralisations uranifères existent également dans les gisements suivants : Kalongwe, Kambove, Kamoto, Kasompi, Kolwezi, Luishia, Luiswishi, Menda, Musonoï, Musoshi, Ruwe et Swambo, tous situés au Shaba méridional, ainsi qu'à Manono, plus au nord.

Deux de ces gisements présentent des associations particulièrement intéressantes : Kalongwe et Musonoï.

A Kalongwe, la minéralisation primaire est constituée d'uranium et de cuivre. On trouvera ces éléments associés dans les minéraux secondaires : vandenbrandéite, torbernite et cuprosklodowskite.

Le gîte cupro-cobaltifère stratiforme de Musonoï renferme des accumulations locales d'uranium caractérisées par la présence de sélénites d'uranyle dans la zone d'altération superficielle. Plusieurs espèces nouvelles ont été décrites dans ce gisement : demesmaekerite, derriksite, marthozite et guilleminite.

## II. LA PEGMATITE URANIFERE DE KOBOKOBO AU KIVU

Le gisement de pegmatite de Kobokobo est situé à une centaine de km au sud-ouest de Bukavu, dans la région du Kivu au Zaïre. La roche est exploitée pour le béryl et la colombite; elle renferme également des concentrations locales de phosphates de fer et de manganèse (frondelite, rockbridgite, triphylite, vivianite, phosphosidérite, etc...), de phosphates de calcium, de lithium et d'aluminium (apatite, amblygonite, montebrasite, etc...), ainsi que des minéraux radioactifs à uranium et à thorium. Ces derniers ont été datés à 833 millions d'années (Monteyne-Poulaert et *al.*) \*.

La pegmatite s'est injectée en plusieurs phases successives suivant l'axe d'un pli anticlinal couché constitué de schistes partiellement tourmalinisés et d'amphibolites. L'accumulation de béryl est liée à une phase albitique postérieure au développement du microcline; le béryl est accompagné de colombite, de cyrtolite uranifère, d'uraninite thorifère et de löllingite. Les phosphates de Fe-Mn-Ca-Li-Al sont en relation avec une phase lithique plus tardive et ont continué à se mettre en place par venues successives jusqu'à la fin de la cristallisation de la pegmatite. Les phosphates les plus tardifs ont cristallisé dans le domaine hydrothermal, phase

\* MONTEYNE-POULAERT, G., DELWICHE, R., SAFIANNIKOFF, A. et CAHEN, L. (1962) - Bull. Soc. belge Géol., 71, 1-24.

pendant laquelle commence l'altération des minéraux précédemment formés et notamment celle de l'uraninite. Ce dernier minéral a donné naissance à de nombreux minéraux secondaires d'uranium, tels que la curite, la schoepite, la phosphuranylite et l'autunite. Il est quasi impossible de scinder les processus d'altération hydrothermale et supergène qui sont généralement superposés.

Associés aux minéraux secondaires cités plus haut, existent à Kobokobo de nombreux phosphates d'uranyle et d'aluminium de présentations diverses, chaque espèce pouvant revêtir plusieurs faciès. Il existe ainsi des cristaux tabulaires (résultant souvent de la juxtaposition de lamelles), des écailles à disposition crêtée ou fasciculée, des nodules arrondis, des cristaux aciculaires et des amas pulvérulents. Ces minéraux sont fluorescents ou non en lumière UV et peuvent être recouverts de films fluorescents d'autre nature. Les associations sont très complexes et semblent généralement quelconques, bien que certaines espèces forment des associations privilégiées.

Cinq nouveaux phosphates d'uranyle et d'aluminium ont déjà été décrits dans le gisement et admis comme espèces nouvelles par la «Commission on New Minerals and Mineral Names» de l'I.M.A. Il s'agit de la PHURALUMITE, de la THREADGOLDITE, de l'UPALITE, de la RANUNCULITE et de la MUNDITE. Un sixième phosphate d'U-Al est vraisemblablement analogue à la FURONGITE, minéral décrit récemment en Chine. Plusieurs autres phosphates, enfin, sont encore à l'étude.

La description détaillée des cinq nouvelles espèces figure dans les pages qui suivent; les minéraux ont été répartis dans leurs groupes structuraux respectifs.

### III. MINERAL PRIMAIRE

## URANINITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Haidinger (1845) (1)

*LOCALITE TYPE* : Jachymov, Bohême, Tchécoslovaquie

*FORMULE* :  $UO_2$

*NOMENCLATURE* : d'après la planète Uranus. La découverte du premier oxyde d'uranium (1792) a suivi de peu celle de la planète (1781).

#### DESCRIPTION

L'uraninite cristallisée se présente en cubes, en cuboctaèdres et en octaèdres, de couleur noire à brun foncé. Les cristaux peuvent atteindre de grandes dimensions (plus de 20 cm d'arête). Il n'existe pas de clivage et les macles sont rares { 111 } . L'éclat est métallique à gras et la cassure est quelconque. La densité de 10,9 peut diminuer fortement par oxydation du minéral. L'uraninite de Shinkolobwe est souvent massive et mélangée à des sulfures primaires de cuivre, de cobalt et de nickel.

Il existe une variété cryptocristalline colloforme de l'oxyde d'uranium : la pechblende. Le degré d'oxydation de ce minéral est plus élevé.

#### CRISTALLOGRAPHIE

L'uraninite est cubique. Groupe spatial  $Fm\bar{3}m$ .  $a = 5,468 \text{ \AA}$ .  $Z = 4$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 5-550.

#### COMPOSITION CHIMIQUE

La composition idéale de l'uraninite est  $UO_2$ . La composition réelle est modifiée par les phénomènes de désintégration spontanée. Outre l' $UO_2$ , l'uraninite renferme une certaine proportion d' $UO_3$  d'oxydation, ainsi que des éléments dus aux désintégrations radioactives, tel le plomb radiogénique.

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'uraninite constitue le minéral primaire d'uranium des gîtes du Shaba et du Kivu. L'uraninite étant très altérable, elle est toujours accompagnée de ses produits secondaires dans la zone d'oxydation des gisements. La description de ces minéraux secondaires fait l'objet du présent ouvrage.

BIBLIOGRAPHIE

(1) HAIDINGER, W. (1845) - Handbuch der bestimmende Miner., Vienne, 510 pp.



URANINITE. Ensemble de cristaux cubiques interpénétrés.  
RGM 4.409 de Shinkolobwe (x 10).



URANINITE massive en  
rognons.  
RGM 8.820 du Payet (Puy-de-  
Dôme, France) (x 15).

## IV. LES MINERAUX SECONDAIRES D'URANIUM

### 1. LES OXYDES HYDRATES

# CURITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1921) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* : proche de  $3 \text{ PbO} \cdot 8 \text{ UO}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de Pierre Curie (1859-1906), physicien français.

#### DESCRIPTION

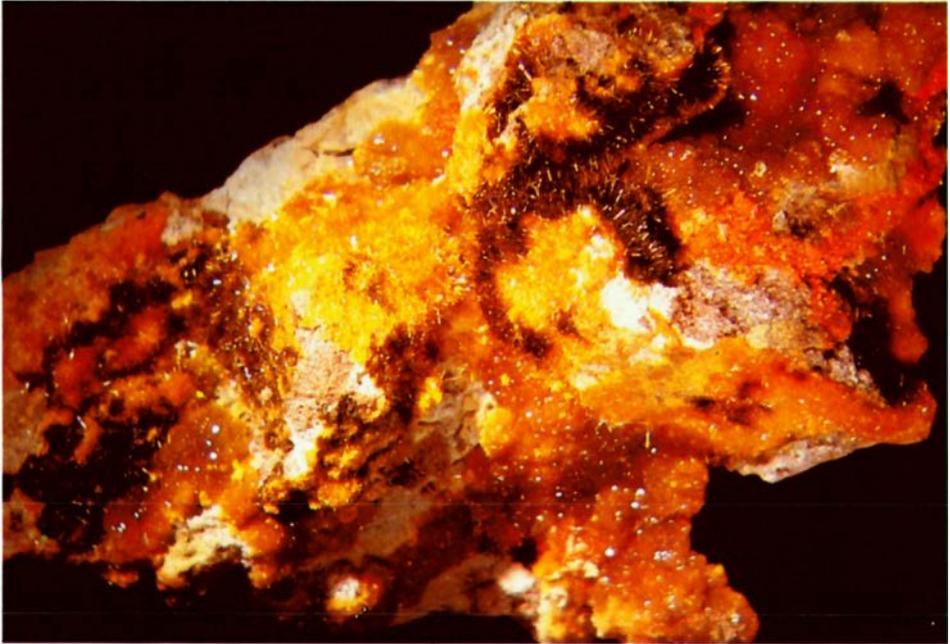
La curite se présente en cristaux aciculaires allongés suivant l'axe  $c$ , striés suivant l'allongement et se terminant généralement par une pyramide. Les formes sont  $\{100\}$ ,  $\{110\}$  et  $\{111\}$ . La couleur est rouge orangé à orange, parfois jaune. Le minéral est souvent coloré en noir par des oxydes hydratés de cobalt. La curite peut également former des feutrages d'aiguilles microscopiques ou se présenter en enduits pulvérulents. Les prismes aciculaires sont transparents à translucides et l'éclat est adamantin. La densité mesurée est comprise entre 7,2 et 7,4.

#### OPTIQUE

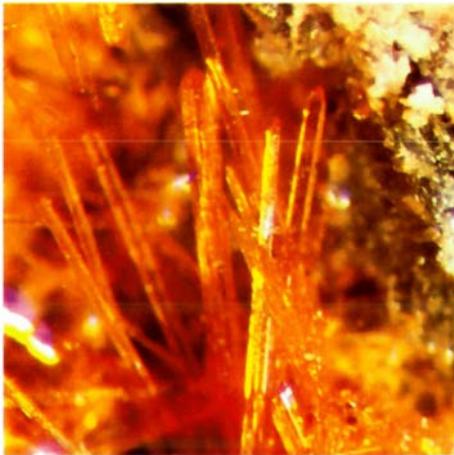
La curite est pléochroïque.  $\alpha = 2,06$  (jaune pâle),  $\beta = 2,11$  (rouge orangé clair) et  $\gamma = 2,15$  (rouge orangé foncé).  $2V (-)$ . Orientation optique :  $X = b$ ,  $Y = a$  et  $Z = c$ . La curite n'est pas fluorescente aux UV.

#### CRISTALLOGRAPHIE (2)

Système orthorhombique avec  $a$  compris entre 12,50 et 12,58,  $b = 13,01$  et  $c = 8,37$  Å. Le groupe spatial est  $Pnam$ .  $Z = 1$ . La densité calculée varie de 7,39 à 7,60 suivant la valeur du paramètre  $a$ . La structure est formée par des feuillets parallèles  $[(\text{UO}_2)_8\text{O}_8(\text{OH})_6]_n$  entre lesquels s'intercalent le plomb et des atomes d'oxygène ( $\text{H}_2\text{O} + \text{OH}$ ). Les feuillets sont formés par l'accolement de bipyramides tétraogonales  $[(\text{UO}_2)\text{O}_3\text{OH}]$  et pentagonales  $[(\text{UO}_2)\text{O}_3(\text{OH})_2]$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 14-267.



Ensemble de cristaux aciculaires de CURITE, localement colorés en noir par des oxydes de cobalt, et cristaux miel de KASOLITE.  
RGM. 2.709 de Shinkolobwe (x 4).



CURITE. Prismes aciculaires terminés par une pyramide.  
RGM 2.708 de Shinkolobwe (x 30).

#### COMPOSITION CHIMIQUE

La curite est un uranate hydraté de plomb. Les pourcentages théoriques sont les suivants : PbO 22,0 à 23,9%, UO<sub>3</sub> 75,1 à 73,4% et H<sub>2</sub>O 2,9 à 2,7%. La formule exacte est :  $[Pb_{8-x}(OH)_{4+2x}(H_2O)_x] [(UO_2)_8O_8(OH)_6]_2$  avec x pouvant varier de 1,34 à 2.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La curite du Shaba est associée aux différents oxydes hydratés d'uranium résultant du premier stade de l'altération de l'uraninite primaire : becquerelite, billietite, schoepite, fourmariérite, wölsendorfite, etc... La curite s'observe en outre dans la zone des silicates et on peut même la trouver associée aux phosphates (torbernite, phosphuranylite, renardite) les plus éloignés de la minéralisation primaire. Très commune à Shinkolobwe, la curite a également été recueillie à Luiswishi, Kalongwe, Kolwezi, Musonoï et Swambo.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1922) - C.R. Acad. Sci. Paris, 173, 1186.  
(2) MEREITER, K. (1979) - Tschermaks Min. Petr. Mitt. (Autriche), 26, 279-292.

## VANDENBRANDEITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1932) (1)

*LOCALITE TYPE* : Kalongwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $\text{Cu UO}_2(\text{OH})_4$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de P. Van den Brande (1896-1957), à l'origine de la découverte du gisement uranifère de Kalongwe.

## DESCRIPTION

La vandenbrandéite se présente en cristaux trapus, aplatis sur  $\{001\}$ , à contours généralement arrondis. Il existe également des cristaux brillants bipyramidés. La couleur est vert foncé, parfois presque noire, avec des reflets bleuâtres. On distingue les formes  $\{110\}$ ,  $\{1\bar{1}0\}$ ,  $\{10\bar{1}\}$  et  $\{01\bar{1}\}$ . Les cristaux sont groupés en masses radiaires ou lamellaires. Il existe un clivage  $\{110\}$  marqué. La vandenbrandéite se confond facilement avec la malachite cristalline vert foncé de Kalongwe. La densité est de 5,03 et la dureté vaut 4.

## OPTIQUE

Les tablettes observées au microscope montrent un pléochroïsme vert jaunâtre à bleu verdâtre. Les sections parallèles au clivage (110) sont vert foncé et non pléochroïques.  $\alpha = 1,77$ ,  $\beta = 1,78$  et  $\gamma = 1,80$  (1). Z fait un angle de  $40^\circ$  avec la direction d'allongement. 2V (-) est grand. Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.



VANDENBRANDEITE. Ensemble de cristaux parallèles.  
RGM 13.834 de Musonoï (x 17).



VANDENBRANDEITE. Cristaux prismatiques à terminaison en forme de burin.  
RGM 13.222 de Musonoï (x 20).

#### CRISTALLOGRAPHIE (2)

Système triclinique avec  $a = 7,86$ ,  $b = 5,45$ ,  $c = 6,09 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = 91,4$ ,  $\beta = 101,9$  et  $\gamma = 89,2^\circ$ .  $Z = 2$ . Deux spectres de poudre sont mentionnés sur les fiches JCPDS 4-340 et 8-325. La structure consiste en feuillets parallèles au plan de clivage (110), qui contiennent tous les atomes de la maille. Les feuillets sont formés par l'accolement de groupes dimères  $\text{Cu}_2\text{O}_{10}$  (deux pyramides tétraogonales partageant une arête) et  $\text{U}_2\text{O}_{12}$  (deux bipyramides tétraogonales partageant une arête).

#### COMPOSITION CHIMIQUE

Oxyde hydraté de cuivre et d'uranium. Pourcentages théoriques :  $\text{UO}_3$  71,22%,  $\text{CuO}$  19,81% et  $\text{H}_2\text{O}$  8,97%.

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La vandenbrandéite de Kalongwe est associée à de nombreux minéraux secondaires d'uranium et particulièrement à ceux qui contiennent du cuivre : cuprosklodowskite et torbernite; la malachite est aussi très fréquente. La vandenbrandéite a également été trouvée dans les gisements de Shinkolobwe, Kambove, Luiswishi, Musonoï et Swambo.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1932) - Ann. Mus. Congo belge, Sci. géol., in-4°, série 1, T.1, 3, 22-31.  
(2) ROSENZWEIG, A. et RYAN, R.R. (1977) - Cryst. Struct. Comm., 6, 53-56.

## STUDTITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Vaes (1947) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*IDEOTYPE* : Menzenschwand, Allemagne (2)

*FORMULE* :  $UO_2 \cdot 4 H_2O$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de F.E. Studt, auteur de la première carte géologique du Shaba.

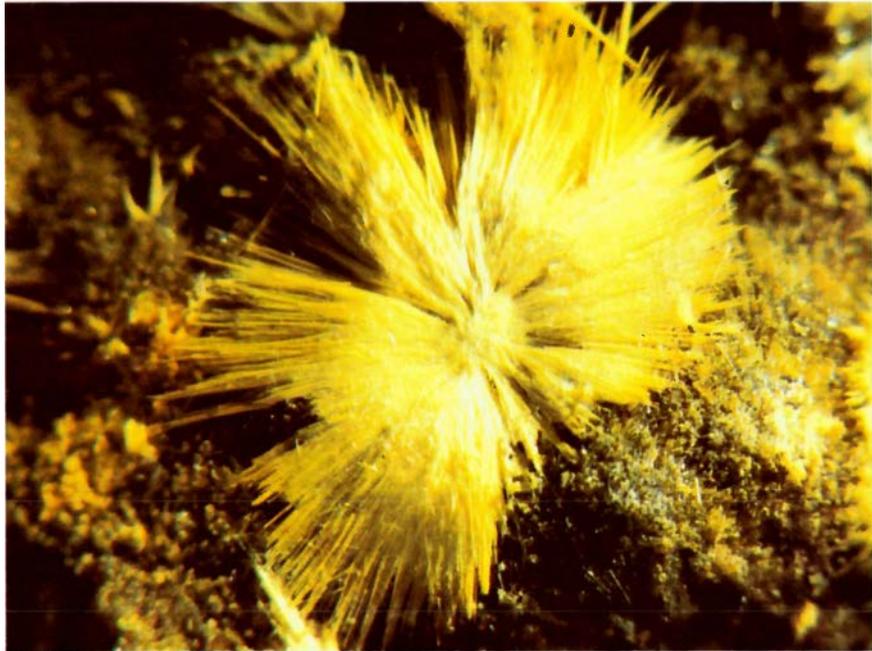
### AVANT-PROPOS

La studtite est une espèce minérale décrite assez sommairement par Vaes en 1947, à Shinkolobwe (1). L'auteur considérait ce minéral comme un carbonate hydraté d'uranyle. En 1974, Walenta (2) a étudié un minéral de la Forêt Noire qu'il identifie à la studtite et pour lequel il établit la formule  $UO_4 \cdot 4 H_2O$ . Cette formule est, depuis lors, également appliquée à la studtite du Shaba.

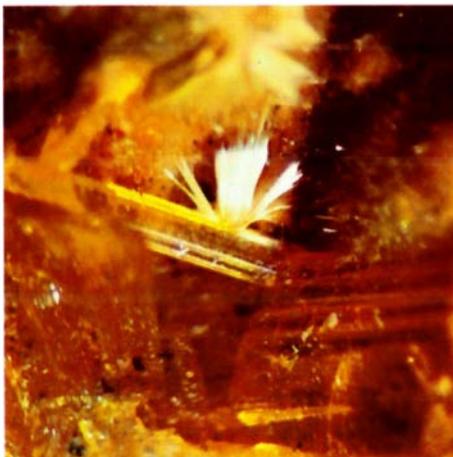
Il existe, en outre, au Shaba une série de minéraux se présentant en rosettes fibroradiées, qualifiées de studtites dans les anciennes collections minéralogiques, mais ayant un spectre de diffraction X totalement différent de celui de ce minéral. Ce groupe de minéraux en fibres est actuellement à l'étude.

### DESCRIPTION

La studtite de Shinkolobwe se présente en cristaux aciculaires flexibles, cassants. Les aiguilles sont disposées en rosettes, en oursins et en houppes. Ces dernières sont souvent implantées sur des faces de cristaux de becquerelite et de billietite. La couleur est blanc jaunâtre à jaune canari; les aiguilles sont transparentes à translucides.



STUDTITE. Rosette constituée de fibres souples.  
RGM 6.438 de Shinkolobwe (x 13).



STUDTITE. Houppes implantées sur un prisme de BECQUERELITE.  
RGM 6.156 de Shinkolobwe (x 22).



Aiguilles à disposition fibroradiée d'un minéral ressemblant à la studtite.  
RGM 6.438 de Shinkolobwe (x 7).

## OPTIQUE

Les aiguilles transparentes de studtite ne sont pas pléochroïques.  $\alpha = 1,545$ ,  $\beta = 1,555$  et  $\gamma = 1,67$ .  $Z$  est parallèle à l'allongement. Le minéral est biaxe négatif. La studtite n'est pas fluorescente aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Il existe uniquement des données sur la studtite de la Forêt Noire. Système monoclinique.  $a = 11,85$ ,  $b = 6,80$ ,  $c = 4,25 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 93^{\circ}, 51'$ .  $Z = 2$ . Groupe spatial  $C2$ ,  $Cm$  ou  $C2/m$ . Densité calculée 3,64. Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 16-206.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Pour Vaes (1), la studtite de Shinkolobwe, uniquement analysée qualitativement, est un carbonate hydraté d'uranyle contenant un peu de plomb.

Pour Walenta, la studtite d'Allemagne a la formule  $UO_4 \cdot 4 H_2O$ .

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les houppes et les rosettes de studtite se trouvent dans la zone d'altération, à proximité de l'uraninite primaire. A Shinkolobwe, le minéral est associé à l'uranophane, la becquerelite, la billietite et la wölsendorfite. Une gerbe d'aiguilles apparentées à la studtite a été trouvée dans le gisement de Swambo, accompagnant d'autres oxydes hydratés d'uranium. De la studtite répondant parfaitement à la description du minéral de la Forêt Noire a été trouvée à Kobokobo, associée à un phosphate d'uranyle et d'aluminium.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) VAES, J.F. (1947) - Bull. Soc. belge Géol., 70, 212-225.
- (2) WALENTA, K. (1974) - Amer. Min., 59, 166-171.

# ROUBAULTITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Cesbron, Pierrot et Verbeek (1970) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*HOLOTYPE* : collection de minéralogie de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines à Paris

*FORMULE* :  $\text{Cu}_2 (\text{UO}_2)_3 (\text{OH})_{10} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

*NOMENCLATURE* : en l'honneur du professeur Marcel Roubault, membre de l'Institut.

## DESCRIPTION

La roubaultite se présente en petites rosettes d'environ 3 mm de diamètre. Ces rosettes sont composées de cristaux aplatis sur (100), formant une surface crêtée. La couleur est vert tendre. Le clivage {100} parallèle à l'aplatissement est parfait et {010} est moyen. La densité calculée est de 5,02 et la dureté est voisine de 3.

## OPTIQUE

Petits fragments pseudo-rectangulaires, présentant un pléochroïsme plus ou moins intense suivant les sections.  $\alpha = 1,700$  (incolore),  $\beta = 1,800$  (incolore) et  $\gamma$  compris entre 1,82 et 1,84 (jaune-vert). 2V (+). Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système triclinique.  $a = 7,73$ ,  $b = 6,87$ ,  $c = 10,87$  Å,  $\alpha = 86^\circ 29'$ ,  $\beta = 134^\circ 12'$  et  $\gamma = 93^\circ 10'$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 25-318.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Oxyde hydraté d'uranyle et de cuivre. Pourcentages théoriques : CuO 13,28%,  $\text{UO}_3$  71,68% et  $\text{H}_2\text{O}$  15,04%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La roubaultite est un minéral très rare de la zone d'oxydation du gisement de Shinkolobwe. Il ne semble exister que le minéral ayant servi à la description de

l'espèce. Le minéral a été trouvé sur un bloc d'uraninite primaire, associé à la becquerelite, la vandenbrandéite, la soddyite, la cuprosklodowskite et à des enduits noirs d'hétérogénite.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) CESBRON, F., PIERROT, R. et VERBEEK, T. (1970) - Bull. Soc. fr. Min. Cristallogr., **93**, 550-554.

## GRUPE STRUCTURAL DE LA BECQUERELITE

La structure des minéraux du groupe de la becquerelite n'est pas connue en détail. Les paramètres de la maille semblent varier considérablement d'un minéral à l'autre. Cependant, en première approximation, il existe une pseudo-maille de symétrie hexagonale commune à tous les composés. Les paramètres  $a$  et  $c$  de cette maille sont donnés ci-dessous avec, entre parenthèses, la relation avec les paramètres réels. On donne également l'angle  $\gamma$  qui s'écarte peu de l'angle idéal ( $120^\circ$ ).

	$a' = b'$	(Å)	$c'$	(Å)	$\gamma$ (°)
Becquerelite	4,13	(b/3)	7,48	(c/2)	120,8
Billietite	4,03	(b/3)	7,55	(c/2)	119,4
Fourmariérite	4,12	(b/4)	7,20	(c/2)	120,5
Ianthinite	3,84	(b/3)	6,99	(c/3)	120,2
Masuyite	4,04	(b/6)	7,10	(c/6)	120,0
Richétite	4,04	(b/3)	7,17	(c/6)	120,0
Schoepite	4,20	(b/4)	7,36	(c/2)	120,4
Vandendriesschéite	4,08	(b/10)	7,22	(c/6)	120,2
Wölsendorfite	3,97	(a/3)	7,02	(c)	120,8

La similitude de ces paramètres trahit la présence, dans la structure, de feuillets  $[(\text{UO}_2)(\text{OH},\text{O})_2]_n$  représentés à la figure 3. La pseudo-maille est indiquée en pointillés. Chaque groupe uranyle O-U-O, perpendiculaire au plan des feuillets, est entouré par 6 atomes d'oxygène (OH ou O), chacun de ceux-ci étant lié à 3 atomes d'uranium.

Les différences qui apparaissent entre les paramètres réels des 9 minéraux du groupe s'expliquent par les dispositions relatives différentes des feuillets, par la diversité du contenu de l'espace entre les feuillets et, à l'intérieur d'un même feuillet, par une proportion variable d'ions  $\text{OH}^-$  et  $\text{O}^{2-}$ .

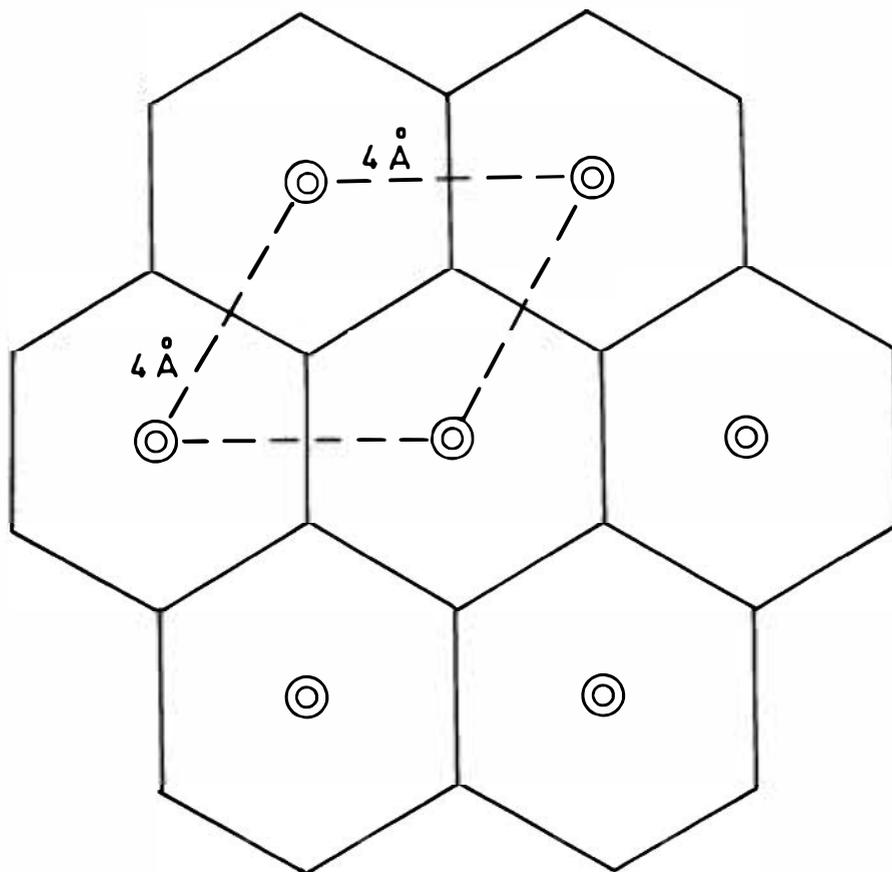


Fig. 3. - Schéma de la structure des feuillets dans les minéraux du groupe de la becquerelite. Les traits relient les atomes d'oxygène. Les doubles cercles représentent les groupes uranyle  $\text{UO}_2$ .

# BECQUERELITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1922) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $\text{Ca U}_6 \text{O}_{19} \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de A.H. Becquerel (1852-1908), physicien français qui a découvert la radioactivité en 1896.

## DESCRIPTION

La becquerelite du Shaba se présente en cristaux prismatiques jaune ambre. Les cristaux sont tabulaires sur (001) et allongés suivant l'axe *b*. Les formes sont variées, allant des cristaux trapus millimétriques à des aiguilles fines dépassant le centimètre. Les faces sont striées : (001) suivant [100] et (101) suivant [010]. Il existe un clivage {001} parfait et un clivage {010} net. Les cristaux sont transparents à translucides et l'éclat est adamantin. La densité est voisine de 5,2.

## OPTIQUE

La becquerelite est pléochroïque avec  $\alpha = 1,725$  (incolore),  $\beta = 1,815$  (jaune) et  $\gamma = 1,825$  (jaune). Orientation optique :  $X = c$ ,  $Y = a$  et  $Z = b$ .  $2V(-) = 30^\circ$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial *Pnma* ou *Pn2<sub>1</sub>a* (3)  $a = 13,86$ ,  $b = 12,38$  et  $c = 14,96$  Å.  $Z = 4$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 13-405.

## COMPOSITION CHIMIQUE

La becquerelite est un uranate hydraté de calcium, équivalent de la billietite (baryum). Dans certains ouvrages, la becquerelite est erronément signalée comme étant un oxyde hydraté d'uranium, sans calcium. Pourcentages théoriques :  $\text{UO}_3$  87,11%,  $\text{CaO}$  2,84% et  $\text{H}_2\text{O}$  10,05%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La becquerelite a été signalée pour la première fois à Shinkolobwe et est assez répandue dans le gisement. Ce minéral se rencontre près de l'uraninite primaire dont il dérive directement par altération.



BECQUERELITE en cristaux prismatiques allongés et URANOPHANE en nodules fibroradiés.

Collection UMHK. Provenance : Shinkolobwe (x 6).



Cristal terminé de BECQUERELITE et nodules fibroradiés de FOURMARIERITE.  
Ech. ULg. 19.222 de Shinkolobwe (x 17).

Certaines uraninites noires, à forme cubique caractéristique, sont en réalité complètement épigénisées en becquerelite et en schoepite microcristallines. Parmi les minéraux directement associés à la becquerelite dans les produits d'oxydation figurent généralement : la billietite, les uranates hydratés de plomb (curite, wölsendorfite, fourmariérite), la schoepite, la studtite et la rutherfordine. La studtite, sous forme de touffes constituées de fines aiguilles, est fréquemment implantée sur les prismes de becquerelite.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1922) - C.R. Acad. Sci. Paris, 174, 1240.
- (2) CHERVET, J. (1960) - Les minéraux uranifères français. II. Les minéraux secondaires, pp. 104-108. Bibl. Sci. Techn. et Nucl., Presses Univ. de France, Paris.
- (3) PROTAS, J. (1957) - C. R. Acad. Sci. Paris, 244, 91-93.

## BILLIETITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Vaes (1947) (1)

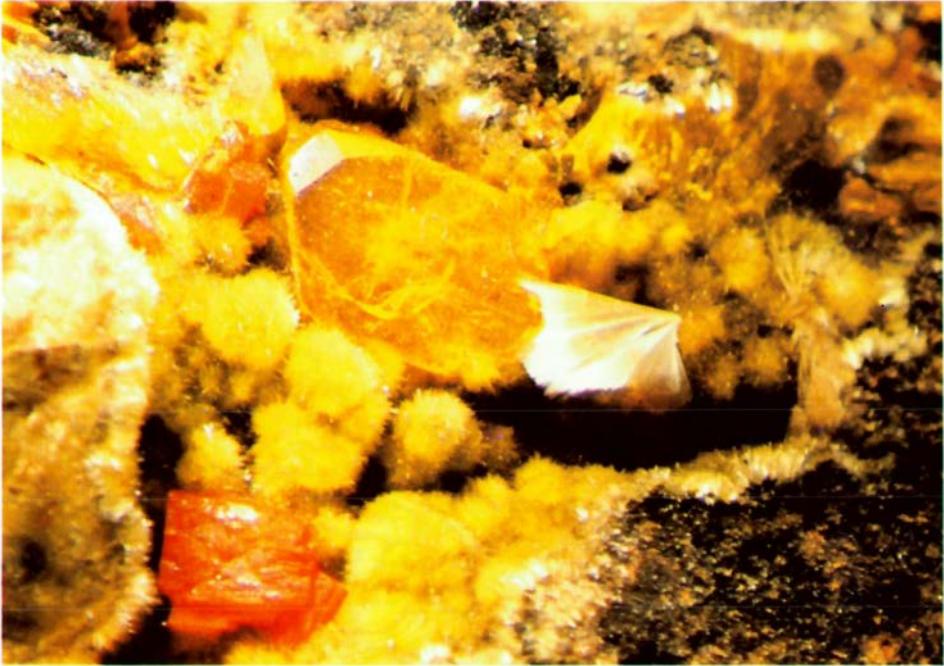
*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $Ba U_6 O_{19} \cdot 11 H_2O$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de Valère Billiet (1903-1945), cristallographe de l'Université de Gand. Chef d'un réseau de résistance, il fut assassiné par les nazis.

#### DESCRIPTION

La billietite se rencontre le plus souvent en cristaux tabulaires sur (001). Leur contour est pseudo-hexagonal. Les formes observées sont { 010 }, { 210 }, { 011 }, { 211 } et { 201 }. Clivage { 001 } parfait, { 110 } et { 010 } sont moins nets. La couleur est jaune ambre, parfois brunâtre. Les cristaux peuvent être maclés sur { 111 } et { 110 } en groupements pseudo-hexagonaux. Comme pour d'autres minéraux du groupe, la billietite peut aussi se présenter en touffes de cristaux aciculaires. Le minéral est transparent à translucide, l'éclat est adamantin. La densité est voisine de 5,3. La billietite ressemble à la becquerelite, mais les cristaux sont en général plus trapus.



Cristal clivé de BILLIETITE (ambre) associé à une aigrette de RUTHERFORDINE blanche, à des cristaux rouges de WOLSENDORFITE et à des nodules fibroradiés d'URANOPHANE.

Ech. ULg. 19.234 de Shinkolobwe (x 18).

## OPTIQUE

La billietite est fortement pléochroïque.  $\alpha = 1,73$  (jaune pâle presque incolore),  $\beta = 1,81$  (jaune d'or) et  $\gamma = 1,825$  (jaune d'or). Orientation optique :  $X = c$ ,  $Y = a$  et  $Z = b$ .  $2V (-) = 35^\circ$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

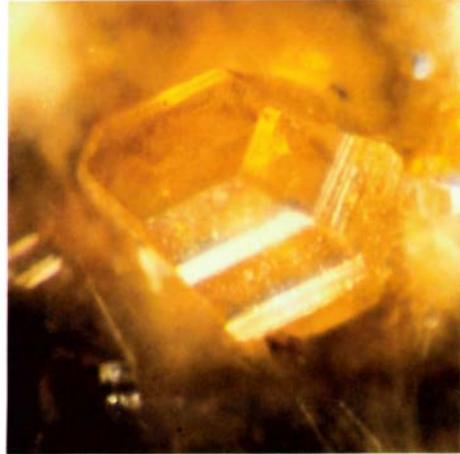
Système orthorhombique. Groupe spatial  $Pn\bar{m}n$  ou  $Pn2n$ .  $a = 7,143$ ,  $b = 12,08$  et  $c = 15,10 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$  (3). Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 13-406.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Uranate hydraté de baryum. Pourcentages théoriques : BaO 7,42%,  $UO_3$  83,00% et  $H_2O$  9,58%.



BILLIETITE. Cristaux trapus jaune miel supportant des rosettes de STUDTITE. RGM 6.161 de Shinkolobwe (x 8).



Cristal isolé de BILLIETITE. RGM 6.162 de Shinkolobwe (x 35).

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La billietite est plus rare que la becquerelite, à laquelle elle est associée dans les premiers stades de l'altération de l'uraninite (voir rubrique becquerelite pour les associations). Le minéral n'est pas rare à Shinkolobwe; il a également été trouvé à Swambo (associé à la soddyite) et à Luiswishi, accompagné de cuprosklodowskite, vandenbrandéite et malachite.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) VAES, J.F. (1947) - Bull. Soc. belge Géol., 70, 212-225.
- (2) BRASSEUR, H. (1949) - Bull. Acad. roy. Belgique, Cl. Sci., 35, 793-804.
- (3) CHRIST, C.L. et CLARK, J.R. (1960) - Amer. Min., 45, 1026-1061.

# IANTHINITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1926) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $\text{UO}_2 \cdot 5 \text{UO}_3 \cdot 10\text{-}11 \text{H}_2\text{O}$

*NOMENCLATURE* : d'après la couleur violette du minéral (grec *ιανθινος* )

## DESCRIPTION

L'ianthinite se présente en cristaux allongés, souvent aciculaires, suivant [010] et aplatis sur (001). On distingue les formes { 001 } , { 101 } , { 130 } , { 103 } et { 011 } . Le clivage { 001 } est parfait; il existe aussi un clivage { 100 } perpendiculaire à l'allongement. La couleur est noir violacé à pourpre. La disposition des aiguilles est variable; on distingue des amas enchevêtrés, des rosettes fibroradiées et des veinules constituées de cristaux perpendiculaires aux épontes. La densité mesurée est de 5,16 et la dureté comprise entre 2 et 3. L'ianthinite se transforme très aisément en épi-ianthinite, de faciès identique, mais de couleur jaune vif à ambre. Ce dernier minéral a la même composition chimique que la schoepite.

## OPTIQUE

Cristaux transparents fortement pléochroïques :  $\alpha = 1,685$  (incolore),  $\beta = 1,91$  (pourpre) et  $\gamma = 1,93$  (violet).  $2V (-) = 58^\circ$ . Orientation optique :  $X = c$ ,  $Y = b$  et  $Z = a$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique.  $a = 11,52$ ,  $b = 7,15$  et  $c = 30,3 \text{ \AA}$ .  $Z = 4$  (2). Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 12-272.

## COMPOSITION CHIMIQUE

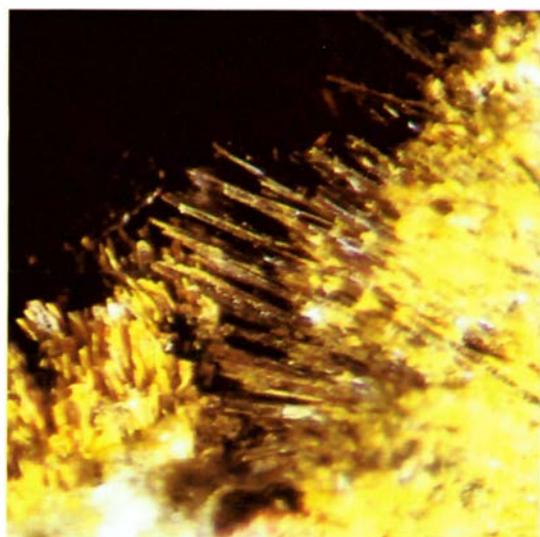
L'ianthinite est un oxyde d'uranium hydraté constitué à la fois d'uranium tétravalent et d'uranium hexavalent. Pourcentages théoriques pour 10  $\text{H}_2\text{O}$  :  $\text{UO}_2$  14,36%,  $\text{UO}_3$  76,06% et  $\text{H}_2\text{O}$  9,58%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'ianthinite provient du gisement de Shinkolobwe. Le minéral se trouve toujours au voisinage immédiat de l'uraninite dont il constitue un des premiers



EPI-IANTHINITE en cristaux aciculaires provenant de la transformation à l'air de l'ianthinite.  
Ech. ULg. 1.708 de Shinkolobwe (x 32).



IANTHINITE (aiguilles foncées) en voie de transformation en épi-ianthinite jaune.  
RGM 6.430 de Shinkolobwe (x 30).

produits d'altération. L'ianthinite est associée à d'autres oxydes hydratés d'uranium, tels que la schoepite, la becquerelite, la billietite et la fourmariérite. La transformation de l'ianthinite en épi-ianthinite commence par l'extrémité des cristaux et gagne la partie centrale de ceux-ci. On a aussi trouvé des aiguilles d'ianthinite traversant des cristaux de schoepite.

Dans les collections, l'ianthinite doit être conservée à l'abri de l'air (dans le tétrachlorure de carbone par exemple).

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1926) - *Natuurw. Tijds.*, 7, 97.  
(2) GUILLEMIN, C. et PROTAS, J. (1959) - *Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr.*, 82, 80-86.

## SCHOEPITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Walker (1923) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $\text{UO}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur d'A. Schoep, minéralogiste belge, professeur à l'Université de Gand (1881-1966).

#### DESCRIPTION

La schoepite se présente le plus souvent en cristaux tabulaires aplatis sur (001), avec les formes {010}, {100}, {210}, {011} et {110}. Les prismes trapus allongés suivant [001] sont plus rares. Le clivage {001} est parfait. La couleur est jaune ambre, jaune citron ou jaune pâle. Les cristaux sont transparents à translucides. La densité varie entre 4,49 et 4,80; la dureté est comprise entre 2 et 3. Il existe une variété aciculaire jaune connue sous le nom d'épi-ianthinite. La présentation de cette variété est la même que celle de l'ianthinite mais la composition chimique et les propriétés sont celles de la schoepite.

#### OPTIQUE

Les tablettes de schoepite sont fortement pléochroïques, avec  $\alpha = 1,690$  (incolore),  $\beta = 1,714$  (jaune citron) et  $\gamma = 1,735$  (jaune citron).  $2V(-)$  grand compris entre  $75^\circ$  et  $89^\circ$ . Orientation optique :  $X = c$ ,  $Y = b$  et  $Z = a$ . La schoepite est faiblement fluorescente aux UV.



SCHOEPITE. ensemble de cristaux transparents.  
RGM 2.691 de Shinkolobwe (x 20).

#### CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial *Pbca*.  $a = 14,33$ ,  $b = 16,79$  et  $c = 14,73$  Å.  $Z = 32$  (3). Le spectre de poudre est mentionné sur les fiches JCPDS 13-241 et 13-407.

#### COMPOSITION CHIMIQUE

Oxyde hydraté d'uranium. Pourcentages théoriques :  $\text{UO}_3$  88,82% et  $\text{H}_2\text{O}$  11,18%.

#### VARIETES

Outre l'épi-ianthinite, dérivant directement de l'ianthinite, il existe de la méta-schoepite et de la para-schoepite. Ces deux termes ont été appliqués à des stades de déshydratation de la schoepite. Le phénomène de déshydratation a lieu spontanément à l'air, si bien que les spectres de diffraction X réalisés sur des cristaux de schoepite montrent souvent une association de raies correspondant aux différentes phases.



SCHOEPITE. Cristaux opaques représentant un stade déshydraté.  
Ech. ULg. 19.237 de Shinkolobwe (x 20).

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La schoepite est assez fréquente dans la zone d'oxydation du gisement de Shinkolobwe. On la trouve toujours à proximité de l'uraninite primaire dont elle constitue un des premiers stades d'altération. Certains cubes d'uraninite sont entièrement transformés en schoepite, avec conservation de la forme cubique originale de l'uraninite. L'association la plus fréquente est uraninite-schoepite-curite.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) WALKER, T.L. (1923) - Amer. Min., 8, 67.
- (2) FRONDEL, C. (1958) - U.S. Geol. Survey Bull., 1064.
- (3) CHRIST, C.L. et CLARK, J.R. (1960) - Amer. Min., 45, 1026-1061.

## LES OXYDES HYDRATES D'URANYLE ET DE PLOMB

Il existe 6 oxydes hydratés d'uranyle et de plomb dans la zone d'oxydation du gisement d'uranium de Shinkolobwe, au Shaba : la CURITE, la FOURMARIERITE, la RICHTITE, la MASUYITE, la WOLSENDORFITE et la VANDENDRIESSCHÉITE.

La curite se distingue aisément des 5 autres par ses cristaux aciculaires et son spectre de poudre. Elle appartient à un groupe structural distinct.

Les autres minéraux se présentent tous en tablettes ou en cristaux prismatiques du système orthorhombique (ou pseudo-orthorhombique), avec fréquemment un contour hexagonal. Les paramètres réticulaires, surtout si on les rapporte à une maille pseudo-hexagonale, sont très proches; les spectres de poudre sont aussi voisins, bien que distincts. Les propriétés de ces minéraux varient en fonction des pourcentages de plomb et d'uranium (rapport U/Pb).

L'étude systématique de très nombreux échantillons d'oxydes hydratés d'U-Pb, appartenant à une demi-douzaine de collections spécialisées, a montré qu'il existe de très nombreux minéraux intermédiaires entre les 5 espèces bien définies. On trouve évidemment des cristaux répondant parfaitement à la définition originale (cristaux hexagonaux à clivage basal de vandendriesschéite, prismes à double terminaison de fourmariérite, cristaux maclés pseudo-hexagonaux de wölsendorfite) mais aussi des tablettes, des ensembles fibroradiés rouges ou jaunes dont les dimensions de la maille sont comprises entre celles de deux espèces types.

Une révision complète du groupe semble s'imposer, tant du point de vue des propriétés et de la composition que de celui de la nomenclature. Ce travail devrait être complété par l'étude des conditions de genèse et des relations de transformation entre les différents minéraux du groupe.

Dans les pages qui suivent, les trois minéraux bien définis du groupe et les deux espèces insuffisamment décrites (masuyite et richtite) sont repris avec les descriptions originales des auteurs et illustrés par les faciès qui nous ont paru les plus représentatifs.

## FOURMARIERITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Buttgenbach (1924) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $Pb U_4 O_{13} \cdot 4 H_2O$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de P. Fourmarier, professeur de géologie à l'Université de Liège (1877-1970).



FOURMARIERITE. Cristaux tabulaires orangés à disposition crêtée et cristaux aciculaires jaunes.  
RGM. 11.397 de Shinkolobwe (x 25).



FOURMARIERITE. Deux faciès caractéristiques de cette espèce. A droite, cristal prismatique rouge (au centre de la face : prisme jaune de VANDENDRIESSCHEITE). A gauche, nodule fibroradié jaune constitué de cristaux aciculaires.  
Ech. ULg. 1.687 de Shinkolobwe (x 50).

## DESCRIPTION

La fourmariérite se présente en cristaux transparents tabulaires sur (001) et allongés suivant [010]. Le contour des cristaux est généralement hexagonal avec les formes {100}, {110} et {111}. Le clivage {001} est parfait. Les macles sont fréquentes. La couleur est rouge orangé à rouge carmin (parfois centre rouge et bordure orange). Il existe aussi des variétés aciculaires jaune orangé sous forme de sphérules ressemblant à des oursins. Ces sphérules peuvent servir de support aux cristaux tabulaires rouges. On retrouve de tels faciès aciculaires dans de nombreux uranates (vandendriesschéite, becquerelite, billietite) qui sont, de ce fait, particulièrement difficiles à distinguer les uns des autres. La densité de la fourmariérite est de 5,74; la dureté est comprise entre 3 et 4.

## OPTIQUE

La fourmariérite est biaxe négative ( $2V = 50^\circ$ ).  $\alpha = 1,863$  (incolore),  $\beta = 1,885$  (jaune pâle), et  $\gamma = 1,89$  (jaune vif). Orientation optique : X est parallèle à [010] et Y à [100]. Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial *Bbmm*, *Bb2<sub>1</sub>m* ou *Bbm2*.  $a = 14,00$ ,  $b = 16,47$ , et  $c = 14,39 \text{ \AA}$ ,  $Z = 32$  (3). Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 13-166.

## COMPOSITION CHIMIQUE

La fourmariérite est un uranate hydraté de plomb. Pourcentages théoriques : PbO 15,51%, UO<sub>3</sub> 79,49% et H<sub>2</sub>O 5,00%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La fourmariérite est associée aux autres uranates de plomb, à la becquerelite, à la billietite, à la studtite, à la rutherfordine et à l'uranophane dans la zone d'oxydation du gisement de Shinkolobwe. Ces minéraux sont très proches de l'uraninite primaire du gisement. La fourmariérite est beaucoup moins abondante qu'on ne l'affirme : de nombreux échantillons de Shinkolobwe, repris sous le nom de fourmariérite dans les collections, sont en réalité de la wölsendorfite, espèce qui n'a été découverte qu'en 1957, dans le gisement bavarois de Wölsendorf.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) BUTTGENBACH, H. (1924) - Ann. Soc. Géol. Belgique, 47, c 41.
- (2) FLEISCHER, M. (1980) - Glossary of Mineral Species. Min. Rec., Tucson, Arizona.
- (3) CHRIST, C.L. et CLARK, J.R. (1960) - Amer. Min., 45, 1026-1061.

# WOLSENDORFITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Protas (1957) (1)

*LOCALITE TYPE* : Wölsendorf, Bavière, Allemagne

*FORMULE* :  $(\text{Pb}, \text{Ca})\text{O} \cdot 2 \text{UO}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

*NOMENCLATURE* : d'après le nom de la localité bavaroise où ce minéral a été découvert.

## DESCRIPTION

La wölsendorfite se présente en cristaux tabulaires rouge carmin à orangé. Ils s'assemblent fréquemment par macles en cristaux pseudo-hexagonaux. On connaît des variétés massives microcristallines et des nodules radiaires. Il existe un bon clivage  $\{001\}$ . La densité est de 6,8.

## OPTIQUE

Les indices dans le plan des tablettes valent respectivement :  $n'_p = 2,05$  et  $n'_g = 2,09$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique.  $a = 11,90$ ,  $b = 13,98$  et  $c = 6,85 \text{ \AA}$ .  $Z = 6(2)$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 12-159.

## COMPOSITION CHIMIQUE

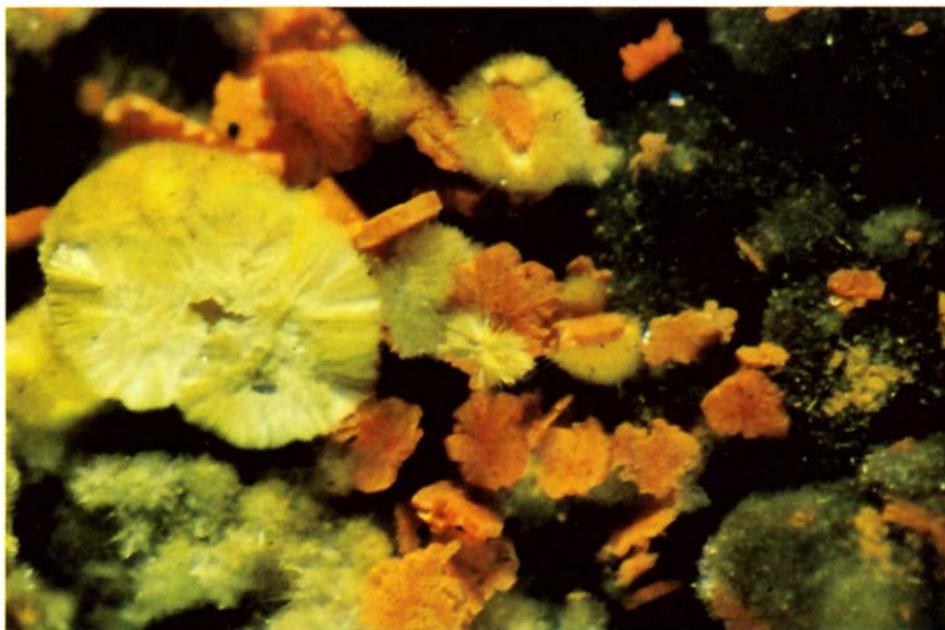
Oxyde hydraté d'uranyle, de plomb et de calcium. Pourcentages théoriques : CaO 1,25% PbO 23,51%, UO<sub>3</sub> 70,88% et H<sub>2</sub>O 4,36%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wölsendorfite est assez abondante à Shinkolobwe. Elle accompagne les autres oxydes hydratés d'uranyle dans la zone proche de l'uraninite primaire. La wölsendorfite constitue de belles associations avec la wyartite et l'uranophane. De très nombreux cristaux signalés comme fourmariérite dans les collections minéralogiques sont, en réalité, de la wölsendorfite; cela tient au fait que ce minéral a été décrit en 1957 et que les anciennes diagnoses n'ont pas été vérifiées.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) PROTAS, J. (1957) - C.R. Acad. Sci. Paris, 244, 2942-2944.
- (2) TOUSSAINT, J. (1961) - Ann. Soc. Géol. Belgique, 84, 365.



**WOLSENDORFITE.** Tablettes à contour hexagonal composées de la juxtaposition de 6 cristaux, associées à des nodules jaunes d'URANOPHANE.  
RGM 2.224 de Shinkolobwe (x 35).



WOLSENDORFITE. Ensemble de cristaux tabulaires. Collection privée du Ry.  
Provenance : Shinkolobwe (x 20).



WOLSENDORFITE. Ecailles rouges en crête de coq sur fond d'URANOPHANE.  
Ech. ULg. 19.234 de Shinkolobwe (x 16).

# MASUYITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Vaes (1947) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* : oxyde hydraté de plomb et d'uranium

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de G. Masuy, géologue belge exécuté par les nazis (1905-1945).

## DESCRIPTION

La masuyite est un minéral rare du gisement de Shinkolobwe. Elle se présente en petits cristaux tabulaires aplatis suivant {001}. Formes {010}, {101} et {100}. Clivage {010} aisé. Les cristaux peuvent être maclés suivant {101}. D'autres présentations ont été rencontrées : bâtonnets rouges et cristaux trapus ambre. La couleur habituelle est jaune orangé; les cristaux sont transparents à translucides.

## OPTIQUE

Les données sont assez divergentes dans la littérature. Pour Christ et Clark (2) :  $\alpha = 1,785$ ,  $\beta = 1,895$  et  $\gamma = 1,915$ . Vaes (1) ne donne que la valeur de  $\gamma$ , comprise entre 2,11 et 2,15. 2V (-) grand. Orientation optique : X = b, Y = a et Z = c. Non fluorescente aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial *Pcna*.  $a = 41,93$ ,  $b = 24,22$  et  $c = 42,61$  Å (2). Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 13-408.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Oxyde hydraté d'uranium et de plomb de formule incertaine. Le minéral est erronément signalé comme oxyde hydraté d'uranium dans certains ouvrages.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La masuyite est associée aux oxydes hydratés d'uranium et d'autres cations (Pb, Ba, Ca), ainsi qu'à la rutherfordine et à la wyartite dans la zone d'oxydation du gisement de Shinkolobwe.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) VAES, J.F. (1947) - Bull. Soc. belge Géol. 70, 212-225.  
(2) CHRIST, C.L. et CLARK, J.R. (1960) - Amer. Min., 45, 1026-1061.



MASUYITE. Rosette constituée de cristaux aplatés.  
Ech. ULg. 14.950 de Shinkolobwe (x 27).

## VANDENDRIESSCHEITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Vaes (1947) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $PbO \cdot 7 UO_3 \cdot 12 H_2O$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de A. Vandendriessche, minéralogiste de l'Université de Gand (1914-1940).

### DESCRIPTION

La vandendriesschéite se présente en cristaux prismatiques à contour pseudo-hexagonal ou en tablettes aplaties sur (001) et allongées suivant [010]. Les formes les plus fréquentes sont {010}, {110}, {111}, {100}. Le clivage {010} est bien marqué et débite les prismes parallèlement à la base. La couleur est orange à jaune ambre. Les cristaux sont transparents à translucides. La densité est de 5,68 et la dureté est proche de 3. Il existe également un faciès en bottes de cristaux aciculaires de couleur jaune.



VANDENDRIESSCHEITE. Ensemble de cristaux à contour pseudo-hexagonal.  
Ech. ULg. 14.951 de Shinkolobwe (x 16).

#### OPTIQUE

Le minéral est pléochroïque.  $\alpha$  compris entre 1,760 et 1,790 (incolore),  $\beta$  compris entre 1,824 et 1,882 (jaune or) et  $\gamma$  compris entre 1,828 et 1,890 (jaune or).  $2V(-) = 40^\circ$ . Orientation optique :  $X = b$ ,  $Y = a$  et  $Z = c$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

#### CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique.  $a = 14,07$ ,  $b = 40,85$  et  $c = 43,33 \text{ \AA}$ .  $Z = 4$  (3). Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 13-117.

#### COMPOSITION CHIMIQUE

Oxyde hydraté d'uranium et de plomb. Pourcentages théoriques : PbO 9,14%, UO<sub>3</sub> 82,01%, et H<sub>2</sub>O 8,85%.



VANDENDRIESSCHEITE. Prisme pseudo-hexagonal montrant un clivage basal prononcé.  
RGM 6.429 de Shinkolobwe (x 14).



Enchevêtrement de fibres de VANDENDRIESSCHEITE et nodules sphériques de RUTHERFORDINE.  
Ech. ULg. 19.222 de Shinkolobwe (x 8).

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Au Shaba, le minéral n'a été signalé que dans le gisement uranifère de Shinkolobwe. Il est associé à de très nombreux autres minéraux secondaires d'uranium, tels que les oxydes hydratés, les carbonates et les silicates. On trouve de préférence la vandendriesschéite à proximité de l'uraninite primaire.

#### BILBIOGRAPHIE

- (1) VAES, J.F. (1947) - Bull. Soc. belge Géol., 70, 212-225.
- (2) FRONDEL, C. (1958) - U.S. Geol. Survey Bull., 1064.
- (3) CHRIST, C.L. et CLARK, J.R. (1960) - Amer. Min., 45, 1026-1061.

# RICHETITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Vaes (1947) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* : uranate de plomb

*NOMENCLATURE* : en l'honneur d'Emile Richet, géologue à l'UMHK (1884-1939).

## DESCRIPTION

La richetite se présente en cristaux tabulaires formés de lamelles superposées, orientées plus ou moins parallèlement. Le contour est pseudo-hexagonal. Il existe un clivage  $\{010\}$  parfait dans le plan des lamelles. Les arêtes peuvent être tronquées par des faces obliques. La couleur est noire pour les tablettes opaques mais les lamelles de clivage sont translucides et brunes. La plupart des cristaux sont maclés.

## OPTIQUE (1) et (2)

La richetite est pléochroïque avec  $\alpha$  (non mesuré) incolore;  $\beta$  et  $\gamma$  sont compris entre 2,00 et 2,07 (bruns).  $2V$  (-) grand. Extinction oblique. Orientation optique :  $X = b$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

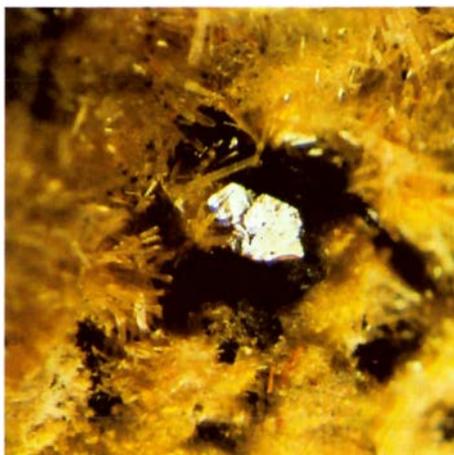
Système monoclinique ou triclinique, pseudo-orthorhombique.  $a = 20,9$ ,  $b = 12,12$ ,  $c = 43,0$  Å (3). Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 25-467.

## COMPOSITION CHIMIQUE

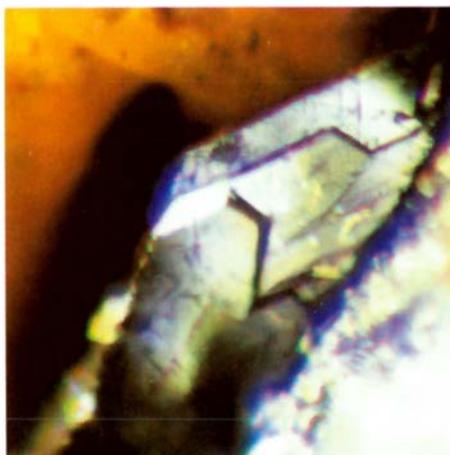
L'analyse qualitative montre qu'il s'agit d'un uranate de plomb. La formule n'en a pas encore été établie.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La richetite a été reconnue sur 3 échantillons provenant du gisement uranifère de Shinkolobwe. Sur un échantillon de la Sorbonne, le minéral est associé à de la becquerelite et de l'uranophane, au contact de l'uraninite primaire. Sur un



Tablettes de RICHETITE fortement réfléchissantes au sein de cristaux aciculaires d'URANOPHANE.  
Ech. ULg. 1.712 de Shinkolobwe (x 28).



Cristaux accolés de RICHETITE.  
RGM 13. 841 de Shinkolobwe (x 120).

échantillon de la collection de l'ULg, la richetite, accompagnée de minuscules nodules de kasolite, est dispersée sur un feutrage d'aiguilles d'uranophane; de la rutherfordine et de la wulfénite complètent l'association. Sur un échantillon de la collection du MRAC, la richetite est soit directement implantée sur de l'uraninite, soit mêlée à de fins cristaux de becquerelite; des oxydes rouges complètent l'association : masuyite et wölsendorfite.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) VAES, J.F. (1947) - Bull. Soc. belge Géol., 47, 212-225.
- (2) PROTAS, J. (1959) - Bull. Soc. fr. Min. Cristallogr., 82, 239-272.
- (3) PIRET, P. (1980) - Travail inédit.

## 2. LES CARBONATES

### SHARPITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Mélon (1938) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*HOLOTYPE* : échantillon 16.905 de la collection minéralogique de l'Université de Liège, Belgique

*FORMULE* :  $6 \text{UO}_3 \cdot 5 \text{CO}_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

*NOMENCLATURE* : en l'honneur du major R.R. Sharp qui a découvert le gisement d'uranium de Shinkolobwe en 1915.

#### DESCRIPTION

La sharpite se présente en masses fibroradiées constituées de cristaux aciculaires jointifs et aplatis. La couleur est vert olive clair à jaune-beige. Les fibres sont caractérisées par de nombreuses ponctuations noires dues à la présence d'oxydes hydratés de cobalt. La densité est de 3,3 et la dureté vaut 3.

#### OPTIQUE

Les cristaux sont pléochroïques.  $\alpha = 1,663$  (brunâtre) et  $\gamma$  est proche de 1,72 (jaune verdâtre).  $2V (+)$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

#### CRISTALLOGRAPHIE

La sharpite semble orthorhombique. Le spectre de poudre, non indexé pour les valeurs de hkl, est mentionné sur la fiche JCPDS 12-164.

#### COMPOSITION CHIMIQUE

Carbonate hydraté d'uranyle. Pourcentages théoriques :  $\text{UO}_3$  82,18%,  $\text{CO}_2$  12,64% et  $\text{H}_2\text{O}$  5,18%.

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Ce minéral n'a été trouvé qu'à Shinkolobwe où il est très rare. Il est néanmoins bien représenté sur les quelques échantillons qui en renferment. En association avec la wölsendorfite, la curite, la becquerelite et l'uranophane. La sharpite

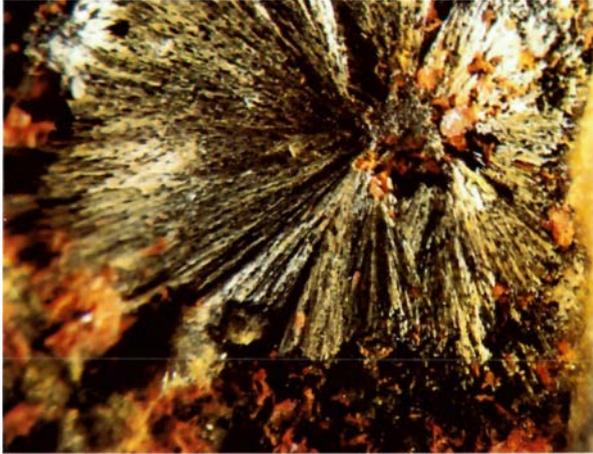
existe aussi sous forme de fibres blanches ponctuées de points noirs, en association avec la becquerelite. Des espèces apparentées mais de faciès différents ont été signalées en France.

#### BIBLIOGRAPHIE

(1) MELON, J. (1938) - Bull. Inst. roy. col. belge, 9, 333-336.



SHARPITE en masse fibroradiée.  
Ech. ULg. 19.605 de Shinkolobwe (x 10).



Détail d'une rosette de SHARPITE montrant les punctuations noires sur les fibres beiges. Les écailles rouges sont des cristaux de WOLSENDORFITE. RGM 2.678 de Shinkolobwe (x 9).

## WYARTITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Guillemin et Protas (1959) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*HOLOTYPE* : échantillon R.G.M. 2222 de la collection minéralogique du Musée royal de l'Afrique centrale à Tervuren; échantillons BQO et BQK 58 de la collection de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines à Paris.

*FORMULE* :  $UO_2 \cdot 6 UO_3 \cdot 2 CO_2 \cdot 3 CaO \cdot 12-14 H_2O$  (1)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de J. Wyart, membre de l'Institut et professeur de minéralogie à la Sorbonne.

### DESCRIPTION

La wyartite se présente en cristaux aplatis sur (001) et allongés suivant [010]. Formes {001} et {110}. La face (001) est fortement striée suivant [010]. Les cristaux généralement polysynthétiques sont groupés en agrégats flabelliformes. Le clivage {001} est parfait et {010} est net. La couleur est noire à noir violacé pour les cristaux frais. L'altération est brun jaunâtre à brun verdâtre et conduit à la formation d'épi-ianthinite. Les cristaux de wyartite sont opaques à translucides. La densité mesurée est de 4,69.



WYARTITE. Tablettes en voie d'altération en EPI-IANTHINITE (schoepite).  
RGM 6.445 de Shinkolobwe (x 16).

#### OPTIQUE

La wyartite est fortement pléochroïque avec  $\beta = 1,89$  (violet) et  $\gamma = 1,91$  (bleu lavande);  $\alpha$  n'a pas été mesuré. Orientation optique :  $X = c$ ,  $Y = b$  et  $Z = a$ .  $2V (-) = 48^\circ$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux rayons UV.

#### CRISTALLOGRAPHIE (2)

Système orthorhombique. Groupe spatial  $P2_12_12_1$ .  $a = 11,25$ ,  $b = 7,09$  et  $c = 20,80$  Å;  $Z = 2$ . Il existe une autre variété, de faciès identique, mais dont le paramètre  $c$  vaut  $16,80$  Å (wyartite II); le groupe spatial de cette variété est  $P2_1cn$  ou  $Pmcn$ . Les spectres de poudre sont mentionnés sur les fiches JCPDS 12-635 (wyartite I) et 12-636 (wyartite II).

#### COMPOSITION CHIMIQUE

Hydroxycarbonate d'uranyle et de calcium. Pourcentages théoriques :  $UO_3$  70,6%,  $UO_2$  10,7%,  $CaO$  6,7%,  $CO_2$  3,6% et  $H_2O$  8,4%. La wyartite II n'a pas été analysée avec précision.



WYARTITE. Tablettes à disposition flabelliforme. Holotype RGM 2.222 de Shinkolobwe (x 24).

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wyartite, qui n'a été signalée que dans le gisement de Shinkolobwe, tapisse de petites géodes dans l'uraninite. Elle est associée à la wölsendorfite et à la rutherfordine. Ce minéral carbonaté a été longtemps confondu avec l'ianthinite. Il est probable que certains échantillons anciens, signalés comme «ianthinite», soient en réalité de la wyartite, d'autant plus que l'ianthinite ne se conserve que très difficilement, se transformant à l'air en épi-ianthinite jaune, tout comme la wyartite.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) GUILLEMIN, C. et PROTAS, J. (1959) - Bull. Soc. fr. Minér. Cristalogr., 82, 80-86.
- (2) CLARK, J.R. (1960) - Amer. Min. 45, 200-208.

# RUTHERFORDINE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Marckwald (1906) (1)

*LOCALITE TYPE* : Morogoro, Tanzania

*FORMULE* :  $\text{UO}_2 \cdot \text{CO}_3$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de Ernest Rutherford (1871-1937), physicien atomiste néo-zélandais, professeur à Cambridge.

## DESCRIPTION

La rutherfordine se présente en lattes allongées suivant [001] et aplaties sur (100). Il existe des stries parallèles à l'allongement. Les cristaux atteignent au maximum quelques millimètres de longueur et constituent le plus souvent des rosettes ou des agrégats fibreux; la présentation en nodules est plus rare. Les variétés massives sont elles-mêmes constituées de minuscules fibres. La couleur est jaune pâle à beige rosâtre. La zone centrale des lattes est parfois brun foncé. La rutherfordine est translucide. Le clivage {010} est parfait et {001} net. La densité est de 5,7.

## OPTIQUE

La rutherfordine est très faiblement pléochroïque, avec  $\alpha = 1,715$ ,  $\beta = 1,730$  et  $\gamma = 1,795$ . Orientation optique :  $X = b$ ,  $Y = c$  et  $Z = a$ .  $2V(+) = 53^\circ$ . Le minéral peut présenter une légère fluorescence vert pâle aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial  $Pmmn$  ou  $Pm2_1n$ .  $a = 4,84$ ,  $b = 9,20$  et  $c = 4,29 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$  (3). Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 11-263.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Carbonate d'uranyle. Pourcentages théoriques :  $\text{UO}_3$  86,67% et  $\text{CO}_2$  13,33%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La rutherfordine est un minéral courant de la zone d'oxydation du gisement de Shinkolobwe, associé à l'uranophane et aux oxydes hydratés d'uranyle et de plomb (fourmariérite, wölsendorfite), ainsi qu'à la becquerelite. On la trouve en général à



RUTHERFORDINE. Ensemble de cristaux enchevêtrés.  
RGM 2.837 de Shinkolobwe (x 16).



RUTHERFORDINE. Bottes de cristaux beiges associées à des aiguilles vert pâle de CUPROSKLODOWSKITE et vert foncé de MALACHITE.  
Collection privée P. du Ry. Provenance : Musonoï (x 12).



Tablettes fasciculées jaunes de RUTHERFORDINE, cristaux rouges de WOLSENDORFITE sur fond d'URANOPHANE.  
Ech. ULg. 19.234 de Shinkolobwe (x 20).

proximité de l'uraninite primaire. La rutherfordine existe également à Musonoï, en présence d'oxydes hydratés d'uranium et de cuprosklodowskite. A Kobokobo, elle accompagne exceptionnellement les phosphates hydratés d'uranyle.

L'ancien terme «diderichite» est synonyme de rutherfordine et doit être discrédité.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) MARCKWALD, W. (1906) - Zentralbl. Mineralogie, 761.
- (2) FLEISCHER, M. (1980) - Glossary of Mineral Species, Min. Rec. Tucson.
- (3) CHRIST, C.L., CLARK, J.R. et EVANS, H.T. (1955) - Science, 121, 472.

### 3. LES TELLURATES

## SCHMITTERITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Gaines (1971) (1)

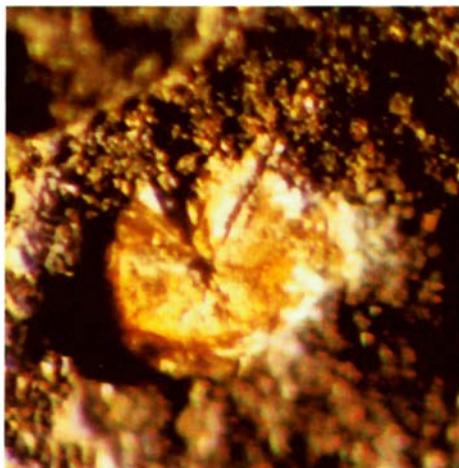
*LOCALITE TYPE* : Moctezuma, Mexique

*HOLOTYPE* : Smithsonian Institution, NMNH 122.475, Washington, USA

*IDEOTYPE* : MRAC Tervuren, Belgique, R.G.M. 2.216 de Shinkolobwe (2)

*FORMULE* :  $UO_2 TeO_3$

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de E. Schmitter, de l'Université de Mexico.



Nodule fibroradié de SCHMITTERITE  
sur fond d'URANOPHANE.  
RGM 2.216 de Shinkolobwe (x 85).

## DESCRIPTION

La schmitterite de Shinkolobwe se présente en nodules sphériques ou en rosettes fibroradiées constituées de minces tablettes (diamètre maximal des rosettes: 2 mm). La couleur est jaune pâle, légèrement verdâtre. L'allongement des tablettes est parallèle à  $a$ , tandis que  $b$  est perpendiculaire, dans le plan des tablettes. La densité mesurée (minéral de Moctezuma) = 6,88; la dureté est comprise entre 1 et 2.

## OPTIQUE

Tablettes non pléochroïques, transparentes, jaune pâle.  $\beta = 2,05$  et  $\gamma = 2,15$  (Moctezuma).  $2V (-) = 75^\circ$ . Orientation optique :  $Y = b$ ,  $Z = a$  et  $X = c$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial  $Pmab$ . Pour le minéral de Moctezuma,  $a = 7,86$ ,  $b = 10,089$  et  $c = 5,363$  Å. Pour le minéral de Shinkolobwe,  $a = 7,84$ ,  $b = 10,16$  et  $c = 5,37$  Å.  $Z = 4$ . La densité calculée est de 6,958 pour le minéral de Moctezuma et de 6,92 pour la schmitterite de Shinkolobwe. Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 25-1001.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Oxyde de tellure et d'uranium. Pourcentages théoriques :  $UO_3$  64,18%,  $TeO_2$  35,82%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A Shinkolobwe, la schmitterite est dispersée sur un bloc de minerai primaire constitué d'uraninite, de siegenite, de covelline, de chalcosine et de pyrite. Les rosettes de schmitterite sont associées à des placages jaune orangé de méta-saléeite. A Moctezuma, la schmitterite est accompagnée de nombreux autres minéraux de tellure, souvent nouveaux; à Shinkolobwe, par contre, il s'agit de la seule occurrence d'un minéral secondaire renfermant cet élément.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) GAINES, R.V. (1971) - Amer. Min., 56, 411-415.
- (2) DELIENS, M. et PIRET, P. (1976) - Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr., 99, 334-335.

## 4. LES SELENITES

### GUILLEMINITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Pierrot, Toussaint et Verbeek (1965) (1)

*LOCALITE TYPE* : Musonoï, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $Ba(UO_2)_3(SeO_3)_2(OH)_4 \cdot 3 H_2O$

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de C. Guillemin, professeur de minéralogie à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines à Paris et, à l'époque de la découverte, ingénieur en chef au BRGM.

## DESCRIPTION

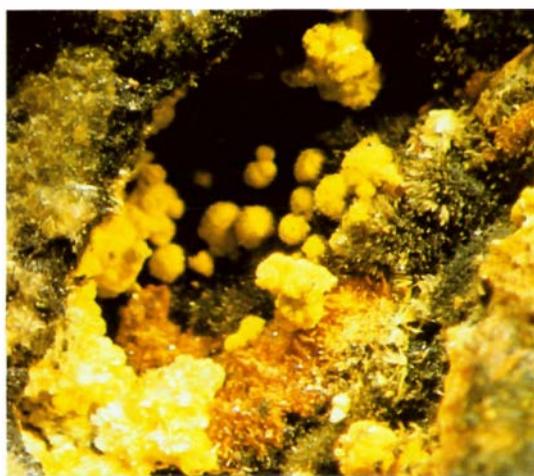
La guilleminite se présente en enduits poudreux ou microcristallins de couleur jaune serin. L'ensemble présente un aspect soyeux ou fibreux (parfois disposition en oursins). Il existe également des cristaux tabulaires localisés dans des géodes de la roche. Les cristaux sont opaques ou translucides, plus rarement transparents quand ils sont de très petites dimensions. L'allongement est suivant l'axe *c* et l'aplatissement est sur (010). La densité est de 4,88.



GUILLEMINITE. Cristaux tabulaires allongés disposés en rosettes. RGM 13.228 de Musonoi (x 16).

GUILLEMINITE. Tablettes jaunes sur un fond de cristaux vert foncé de MALACHITE.

Collection privée P. du Ry. Provenance : Musonoi (x 35).



Nodules fibroradiés de GUILLEMINITE jaune, cristaux rouges de MASUYITE et aiguilles jaune-brun de RUTHERFORDINE.

Ech. ULg. 19.234 de Shinkolobwe (x 16).

## OPTIQUE

Au microscope, la guilleminite se présente en tablettes rectangulaires transparentes fortement pléochroïques.  $\alpha = 1,720$  (incolore),  $\beta = 1,798$  (jaune) et  $\gamma = 1,805$  (jaune vif). Orientation optique : X = a, Y = b (perpendiculaire au plan des tablettes) et Z = c (dans l'allongement).  $2V(-) = 32^\circ$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial *Pn*cm.  $a = 7,25$ ,  $b = 16,84$  et  $c = 7,08$  Å.  $Z = 2$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 18-582.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Sélénite hydraté d'uranyle et de baryum. Pourcentages théoriques : BaO 11,59%,  $UO_3$  64,84%,  $SeO_2$  16,77% et  $H_2O$  6,80%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La guilleminite a été découverte dans le gisement cupro-cobaltifère stratiforme de Musonöi, au Shaba. Les venues uranifères sont localisées dans une partie fortement tectonisée du gisement. L'uranium n'existe que dans les produits d'oxydation, tandis que le sélénium est présent dans la digénite sélénifère. La guilleminite est accompagnée de malachite, de wulfénite et de minéraux secondaires d'uranium : uranophane, kasolite, vandenbrandéite, cuprosklodowskite et métatorbernite. Elle est également associée à une série de sélénites d'uranium, de plomb et (ou) de cuivre décrits pour la première fois dans ce gisement (marthozite, derriksite, demesmaekerite) ainsi qu'à un sélénite de cuivre seul : la chalcomérite.

Quelques rares cristaux de guilleminite ont été trouvés dans le gisement de Shinkolobwe, associés à des oxydes hydratés d'uranium, de la rutherfordine et de l'uranophane.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) PIERROT, R., TOUSSAINT, J. et VERBEEK, T. (1965) - Bull. Soc. fr. Min. Cristallogr., **88**, 132-135.

# DERRIKSITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Cesbron, Pierrot et Verbeek (1971) (1)

*LOCALITE TYPE* : Musonoï, Shaba, Zaïre

*HOLOTYPE* : Ecole Nationale Supérieure des Mines, Paris

*FORMULE* :  $\text{Cu}_4 \text{UO}_2 (\text{SeO}_3)_2 (\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (1)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de Joseph Derriks, géologue et Administrateur-Directeur de l'UMHK.

## DESCRIPTION

La derriksite se présente en cristaux microscopiques formant des enduits sur la digénite sélénifère du gisement de Musonoï. La couleur est vert clair à vert malachite, plus rarement vert bouteille. La longueur maximale des cristaux est de 0,7 mm. Il s'agit de cristaux tabulaires allongés suivant [001] et terminés en pointe. Ils sont aplatis et légèrement bombés suivant (100). Il existe un bon clivage {010}. La densité calculée est de 4,72.

## OPTIQUE

La derriksite est biaxe.  $\alpha = 1,77$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  sont supérieurs à 1,80. Orientation optique : X = a, Y = b et Z = c. Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial *Pnmm* ou *Pnm2*.  $a = 5,57$ ,  $b = 19,07$  et  $c = 5,96$  Å.  $Z = 2$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 25-319.

## COMPOSITION CHIMIQUE

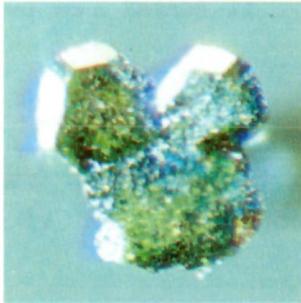
Sélénite d'uranyle et de cuivre. Pourcentages théoriques : CuO 35,43%,  $\text{UO}_3$  31,85%,  $\text{SeO}_2$  24,71% et  $\text{H}_2\text{O}$  8,01%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La derriksite est le plus rare des sélénites de la zone d'oxydation du gisement de Musonoï. Le minéral est associé à la demesmaekerite verte, à la marthozite verte à jaune, à la guilleminite jaune et à la chalcomérite bleue. Ces différents sélénites résultent tous de l'altération de digénite sélénifère et d'uraninite primaires.



DERRIKSITE. Petits cristaux vert foncé disséminés sur de la MALACHITE. Au centre, cristaux triangulaires de MARTHOZITE.  
RGM 13.232 de Musonoï (x 10).



Cristaux de DERRIKSITE.  
Collection privée P. du Ry. Provenance : Musonoï (x 50).

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) CESBRON, F., PIERROT, R. et VERBEEK, T. (1971) - Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr., 94, 534-537.

# MARTHOZITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Cesbron, Oosterbosch et Pierrot (1969) (1)

*LOCALITE TYPE* : Musonoï, Shaba, Zaïre

*HOLOTYPE* : Laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne (Paris); Ecole Nationale Supérieure des Mines (Paris)

*FORMULE* :  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_3(\text{SeO}_3)_3(\text{OH})_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de A. Marthoz, ancien Directeur Général de l'UMHK (1894-1962)

## DESCRIPTION

La marthozite se présente en cristaux triangulaires de couleur vert jaunâtre à brun verdâtre. L'aplatissement est suivant (100). Ces faces (100) présentent des stries parallèles à la direction [001]. La présentation en pyramides aplaties et tronquées est la plus fréquente. Les formes {100}, {011}, {010} et  $\{2\bar{3}0\}$  sont dominantes. Le clivage {100} est parfait et {010} est imparfait. La densité mesurée est de 4,4.

## OPTIQUE

Les cristaux frais sont transparents; ils deviennent opaques par déshydratation. Le minéral est fortement pléochroïque, avec  $\beta$  variant de 1,780 à 1,785 (jaune verdâtre) et  $\gamma$  variant de 1,795 à 1,800 (jaune brun).  $2V(-) = 39^\circ$ . Orientation optique :  $X = a$ ,  $Y = b$  et  $Z = c$ . La marthozite n'est pas fluorescente aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

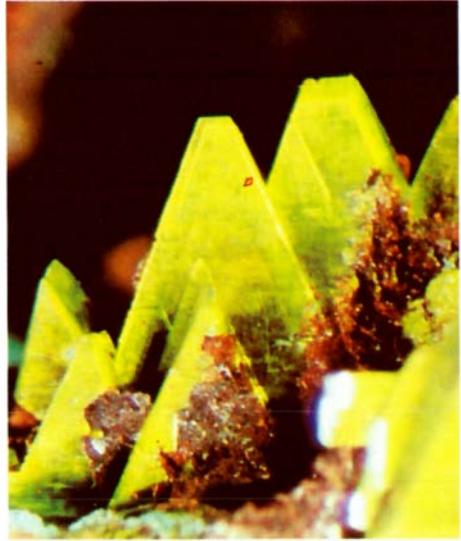
Système orthorhombique. Groupe spatial  $Pnma$  ou  $Pn2_1a$ .  $a = 16,40$ ,  $b = 17,20$  et  $c = 6,98 \text{ \AA}$ .  $Z = 4$ . Par déshydratation, la marthozite se transforme en métamarthozite également orthorhombique, avec  $a = 15,8$ ,  $b = 17,2$  et  $c = 6,98 \text{ \AA}$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 25-320.

## COMPOSITION CHIMIQUE

La marthozite est un sélénite hydraté d'uranyle et de cuivre. Pourcentages théoriques : CuO 5,63%, UO<sub>3</sub> 60,66%, SeO<sub>2</sub> 23,53% et H<sub>2</sub>O 10,18%. La composition expérimentale montre un déficit en cuivre : CuO n'y est que de 4,3%.



MARTHOZITE. Cristal isolé en voie de déshydratation.  
RGM 13.232 de Musonoï (x 35).



MARTHOZITE. Ensemble de cristaux pyramidaux tronqués ou pointus.  
Collection privée P. du Ry. Provenance :  
Musonoï (x 23).

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Ce sélénite a été décrit dans le gisement cupro-cobaltifère de Musonoï, au Shaba, associé à d'autres minéraux secondaires d'uranium (voir la rubrique «guilleminite»).

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) CESBRON, F., OOSTERBOSCH, R. et PIERROT, R. (1969) - Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr., **92**, 278-283.

# DEMESMAEKERITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Cesbron et *al.* (1965) (1)

*LOCALITE TYPE* : Musonoï, Shaba, Zaïre

*HOLOTYPE* : Laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne, Paris

*FORMULE* :  $\text{Pb}_2 \text{Cu}_5 (\text{UO}_2)_2 (\text{SeO}_3)_6 (\text{OH})_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de M.G. Demesmaeker, ancien directeur du Département de Géologie de l'UMHK.

## DESCRIPTION

La demesmaekerite se présente soit en cristaux isolés, soit en cristaux lamellaires disposés en éventail. La courbure peut leur donner un aspect en régime de bananes. Les cristaux frais sont vert bouteille; par altération leur couleur passe au jaune olivâtre et les cristaux s'opacifient. Les cristaux sont allongés suivant [001] et aplatis sur (100), parfois sur (010). La terminaison biseautée de certains cristaux est due à la présence d'une face courbe  $\bar{h}\bar{k}l$  très inclinée. La densité calculée est de 5,45.

## OPTIQUE

La demesmaekerite est pléochroïque avec  $n'_x$  (brun) = 1,910 et  $n'_p$  (jaune verdâtre) = 1,835. Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système triclinique avec  $a = 11,9$ ,  $b = 10,02$ ,  $c = 5,63 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = 89^\circ 50'$ ,  $\beta = 100^\circ 20'$  et  $\gamma = 91^\circ 25'$ .  $Z = 1$ . Le diagramme de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 18-692.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Sélénite d'uranyle, de plomb et de cuivre. Pourcentages théoriques : PbO 20,55%, CuO 18,31%,  $\text{UO}_3$  26,34%,  $\text{SeO}_2$  30,66% et  $\text{H}_2\text{O}$  4,14%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La demesmaekerite a été trouvée à Musonoï. La minéralisation primaire renferme notamment de l'uraninite et de la digénite sélénifère qui ont donné naissance à une série de sélénites par altération (voir la rubrique «guilleminite»).



DEMESMAEKERITE. Ensemble de cristaux courbes en voie d'altération.  
RGM 13.086 de Musonoï (x 38).



DEMESMAEKERITE. Cristaux prismatiques terminés en biseau sur fond de MALACHITE.  
RGM 13.233 de Musonoï (x 20).

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) CESBRON, F., BACHET, B. et OOSTERBOSCH, R. (1965) - Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr., 88, 422-425.

## 5. LES MOLYBDATES

### UMOHOÏTE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Kerr et Brophy (1953) (1)

*LOCALITE TYPE* : Utah, USA

*FORMULE* :  $\text{UO}_2 \cdot \text{MoO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : d'après la composition chimique, uranium, molybdène, hydrogène, oxygène.

#### AVANT-PROPOS

Une première occurrence de molybdate d'uranium à Shinkolobwe a été signalée par Vaes en 1958 (3). L'auteur proposait le terme de «cousinite» pour désigner ce minéral. La Commission des nouveaux minéraux de l'IMA n'a pas validé l'espèce, jugeant les données par trop fragmentaires.

Plus récemment (4), une série de molybdates d'uranium, tous associés sur le même échantillon provenant de Shinkolobwe, ont été mis en évidence. Ces différents minéraux sont apparentés à l'umohoïte, dont ils constituent des variétés magnésienne, calcio-nickélique et nickélique. La «cousinite» de Vaes, dont l'échantillon original n'a pas été retrouvé, est vraisemblablement équivalente à l'umohoïte magnésienne décrite ci-dessous.

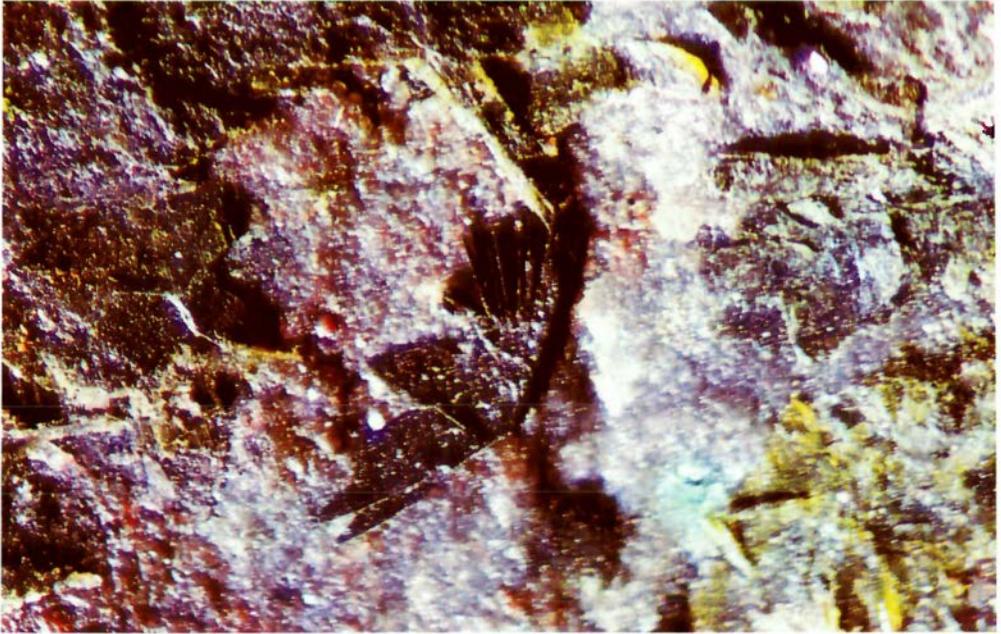
#### DESCRIPTION

Les umohoïtes de Shinkolobwe se présentent en tablettes aplaties dont la longueur n'excède pas 2 mm. Les cristaux constituent des associations fasciculées. Les variétés Mg et Ni-Ca ont une couleur noire à bleu-vert foncé; la variété Ni est vert jaunâtre à jaune bronze. Toutes les umohoïtes sont opaques. L'altération donne des plages micacées jaunâtres à contour irrégulier; le stade ultime est constitué par une poudre jaune. Certains produits très altérés ont fourni des spectres de diffraction apparentés à celui de l'iriginite  $\text{U}(\text{MoO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  (5).

#### CRISTALLOGRAPHIE

Umohoïte Mg : système orthorhombique, avec  $a = 6,35$ ,  $b = 7,46$  et  $c = 28,4 \text{ \AA}$ .

Umohoïte Ni-Ca : système orthorhombique, avec  $a = 6,37$ ,  $b = 7,51$  et  $c = 33,28 \text{ \AA}$ .



Molybdates d'uranium. Au centre, lamelles noires d'UMHOITE Mg; à droite, cristaux verts d'UMHOITE Ni.  
RGM 6.442 de Shinkolbwe (x 32).

Umohoïte Ni : système monoclinique, avec  $a = 6,42$ ,  $b = 7,54$ ,  $c = 14,5$  Å et  $\beta = 99,5^\circ$ .

Les spectres de diffraction des umohoïtes se trouvent mentionnés sur les fiches JCPDS 11-375 et 12-778.

#### COMPOSITION CHIMIQUE

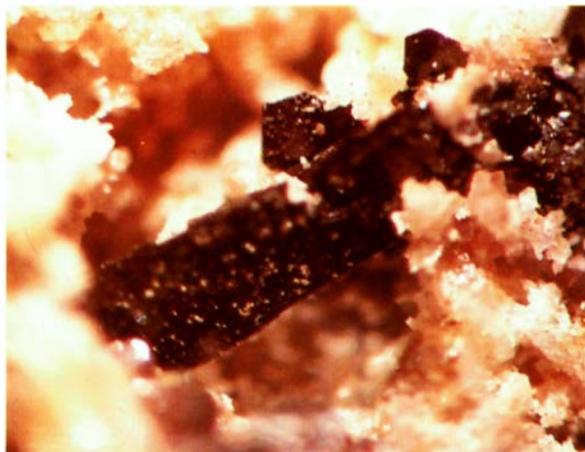
Seule la composition chimique de l'umohoïte Mg a été mesurée quantitativement. La formule est  $MgO \cdot 8 UO_2 \cdot 8 MoO_4 \cdot 18-21 H_2O$ , ce qui correspond à 0,6% de Mg.

L'umohoïte Ni-Ca renferme 0,7% de Ni et 0,3% de Ca.

L'umohoïte Ni renferme environ 1% de Ni.

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les différents molybdates d'uranium sont disposés à la surface d'un bloc de minéral primaire constitué d'uraninite, de molybdénite et, accessoirement, de siegenite. Les groupements fasciculés d'umohoïte sont localement entourés d'une poudre jaune d'iriginite. Associés aux molybdates, on distingue des cristaux bruns de



Tablettes aplaties d'UMOHO-  
ITE Mg sur fond de quartz.  
RGM 6.442 de Shinkolobwe  
(x 30).

wulfénite, des prismes de quartz jaune et des placages pulvérulents de zippéite jaune orangé. Au Shaba, les molybdates d'uranium n'ont été trouvés qu'à Shinkolobwe.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) KERR, P.P. et BROPHY, N. (1953) - Rocks and minerals, Peekskill, N.Y., **28**, 480.
- (2) COLEMAN, R.G. et APPLEMAN, D.E. (1957) - Amer. Min., **42**, 657-660.
- (3) VAES, J.F. (1958) - Geologie en Mijnbouw, **20**, 449.
- (4) DELIENS, M. (1975) - Ann. Soc. Géol. Belg., **98**, 155-160.  
PIRET, P. et DELIENS, M. (1976) - Ann. Soc. Géol. Belg., **99**, 205-209.  
PIRET, P. et DELIENS, M. (1977) - Ann. Soc. Géol. Belg., **100**, 41-45.
- (5) EPSHTEIN, G.Y. (1959) - Résumé dans Amer. Min., **45**, 257-258 (1960).

## 6. LES PHOSPHATES

### PARSONSITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1923) (1)

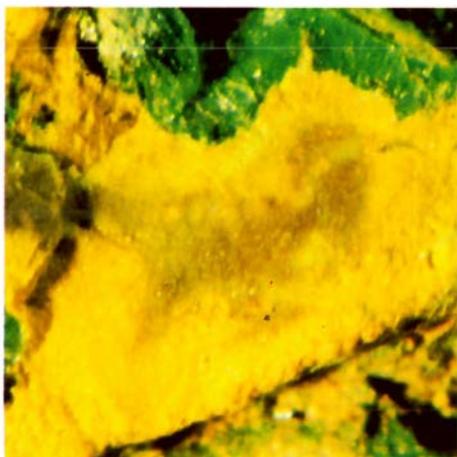
*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $Pb_2 UO_2 (PO_4)_2 \cdot 2 H_2O$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de A.L. Parsons, minéralogiste canadien, professeur à l'Université de Toronto (1873-1957).

#### DESCRIPTION

La parsonsite se présente en cristaux prismatiques allongés suivant l'axe  $c$  et aplatis suivant  $[010]$ . Les cristaux polysynthétiques sont généralement courbés en spatules. Les formes les plus fréquentes sont  $\{010\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{101\}$  et  $\{100\}$ . On rencontre également la parsonsite sous forme de cristaux aciculaires formant des croûtes veloutées ou sous forme massive; elle est alors associée très intimement avec la renardite et la phosphuranylite. La couleur habituelle de la parsonsite dans les différents gisements où elle a été signalée est jaune à jaune verdâtre (Bavière, France, New Hampshire), alors que le minéral original de Shinkolobwe est brun chocolat; cette couleur est due à des impuretés. Les cristaux sont translucides ou opaques. La densité mesurée vaut 5,73; la dureté est voisine de 3.



Association intime de 3 phosphates d'uranyle : RENARDITE et PHOSPHURANYLITE jaunes; PARSONSITE brune au centre.  
RGM 3.177 de Shinkolobwe (x 20).



PARSONSITE. Cristaux brun chocolat, couleur caractéristique de ce minéral au Shaba.  
Collection de la Sorbonne. Provenance : Shinkolobwe (x 30).



PARSONSITE. Cristaux courbés jaune pâle.  
RGM 3.536 de Bigay-Lachaux (France)  
(x 30).

### OPTIQUE

Au microscope, la parsonsite est jaune pâle, non pléochroïque.  $\alpha = 1,85$  et  $\gamma = 1,86$ .  $2V (-)$ . Orientation optique :  $Y = b$  ; l'angle entre  $Z$  et  $c$  (allongement) est fréquemment de  $12^\circ$  mais peut varier de  $2$  à  $36^\circ$  (2). Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

### CRISTALLOGRAPHIE (3)

Système triclinique.  $a = 6,862$ ,  $b = 10,425$ ,  $c = 6,684$  Å,  $\alpha = 101^\circ 26'$ ,  $\beta = 98^\circ 15'$  et  $\gamma = 86^\circ 17'$ .  $Z = 2$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 12-259.

### COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et de plomb. Pourcentages théoriques : PbO 49,04%,  $UO_3$  31,42%,  $P_2O_5$  15,59% et  $H_2O$  3,95%.

### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La parsonsite est un minéral assez fréquent dans le gisement de Shinkolobwe. Elle se rencontre dans la zone des phosphates, associée à la renardite et à la phosphuranylite dans des encroûtements mixtes; la kasolite et la méta-torbernite complètent l'association.

### BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1923) - C.R. Acad. Sci. Paris, 176, 171-173.
- (2) FRONDEL, C. (1958) - US Geol. Survey Bull., 1064, 233-236.
- (3) MAZZI et al. (1958) - Atti Soc. Toscana Sci. Nat., Pisa, sér. A 15, 135.

# RANUNCULITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Deliens et Piret, 1979 (1)

*LOCALITE TYPE* : Kobokobo, Kivu, Zaïre

*HOLOTYPE* : R.G.M. 6201 de la collection minéralogique du MRAC, Tervuren, Belgique

*FORMULE* :  $AlH(UO_2)(PO_4)(OH)_3 \cdot 4H_2O$

*NOMENCLATURE* : d'après la couleur jaune bouton d'or du minéral.

## DESCRIPTION

La ranunculite se présente en nodules jaune d'or dont le diamètre n'excède pas 1 mm. Les nodules apparaissent constitués d'un ensemble de lamelles flexibles à disposition subparallèle (uniquement visible sous un très fort grossissement). Les nodules sont directement posés sur la roche et peuvent constituer des croûtes botryoïdales par juxtaposition. La densité mesurée est de 3,4 et la dureté est voisine de 3.

## OPTIQUE

Quand on écrase les nodules, ils se désagrègent en minuscules lamelles à contour arrondi. Celles-ci sont fortement pléochroïques, avec  $\alpha = 1,643$  (jaune verdâtre pâle) et  $\gamma = 1,670$  (jaune plus vif).  $\beta$  est perpendiculaire au plan des lamelles et vaut 1,664 (jaune pâle).  $2V(-) = 56^\circ$ . L'extinction est oblique par rapport à l'allongement des lamelles. La ranunculite n'est pas fluorescente aux UV mais elle peut être recouverte d'un enduit blanc pulvérulent qui fluoresce en vert pâle.

## CRISTALLOGRAPHIE

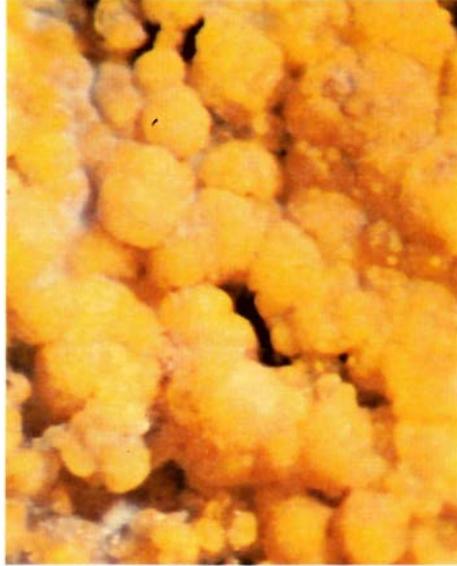
Système monoclinique, pseudo-orthorhombique.  $a = 11,1$ ,  $b = 17,7$  et  $c = 18,0 \text{ \AA}$ ,  $\beta$  proche de  $90^\circ$ . La densité calculée est de 3,39. D'autres échantillons donnent parfois des spectres de poudre semblables mais non identiques, ce qui montre qu'il peut exister plusieurs variétés de ranunculite. La structure ne semble pas pouvoir être rattachée à celles des minéraux du groupe de l'autunite, malgré la similitude des formules.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'aluminium et d'uranyle. Pourcentages théoriques :  $Al_2O_3$  9,9%,  $UO_3$  55,4%,  $P_2O_5$  13,8% et  $H_2O$  20,9%.



Ensemble de nodules de RANUNCULITE.  
RGM 6.197 de Kobokobo (x 9).



RANUNCULITE. Agrandissement des nodules de la figure ci-contre (x 40).

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La ranunculite est le plus abondant des nouveaux phosphates d'uranyle et d'aluminium récemment décrits dans le gisement de pegmatite à béryl et colombite de Kobokobo, au Kivu. Outre les phosphates nouveaux, la ranunculite est associée à la méta-saléite, à la méta-autunite et à la phosphuranylite. La ranunculite sert parfois de support de cristallisation à des cristaux tabulaires jaune plus pâle de phuralumite.

#### BIBLIOGRAPHIE

(1) DELIENS, M. et PIRET, P. (1979) - Miner. Mag., 43, 321-323.

## GROUPE STRUCTURAL DE L'AUTUNITE

Le groupe de l'autunite comprend de très nombreux minéraux. La plupart d'entre eux offrent la particularité de se déshydrater facilement, donnant ainsi naissance à de nouvelles phases; ces dernières sont souvent appelées phases «méta». Un caractère fondamental de la structure reste cependant inchangé : il s'agit des feuillets  $[(UO_2)(PO_4)]_n$  représentés à la figure 4. On voit au centre un ion uranyle O-U-O perpendiculaire au plan du feuillet. Cet ion  $UO_2$  est entouré par 4 atomes d'oxygène provenant de groupes phosphates ( $PO_4$ ). L'ensemble forme une bipyramide à base carrée. Les groupes  $PO_4$  qui apparaissent comme des carrés sur la projection sont en réalité des tétraèdres. La période dans le sens vertical ou horizontal vaut environ 7 Å.

Les minéraux de ce groupe présents au Zaïre sont l'autunite (Ca), la torbernite (Cu), la saléeite (Mg) et la threadgoldite (Al).

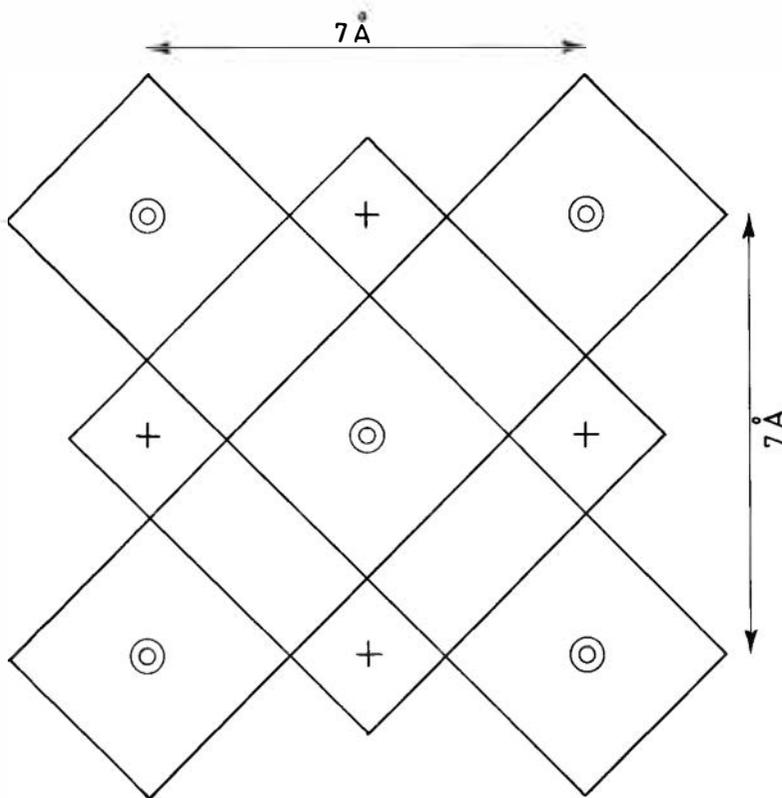


Fig. 4. - Schéma de la structure des feuillets des minéraux du groupe de l'autunite. Les doubles cercles représentent des groupes uranyle O-U-O. Les croix sont des atomes de phosphore. Les traits relient des atomes d'oxygène.

# AUTUNITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Brooke et Miller (1852) (1)

*LOCALITE TYPE* : Autun, Saône-et-Loire, France

*FORMULE* :  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{-}12 \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : d'après la localité d'Autun, lieu de la première occurrence.

## DESCRIPTION

L'autunite se présente le plus souvent en cristaux tabulaires aplatis sur {001}, avec un contour rectangulaire ou plus rarement octogonal. Les octaèdres quadratiques sont exceptionnels. Le clivage {001} est parfait. Les faces latérales des tablettes sont striées. La couleur est jaune citron, jaune soufre ou jaune verdâtre. Les cristaux, translucides à opaques, sont souvent associés en groupements subparallèles ou en éventails. Les faciès micacés sont courants; c'est notamment cette présentation qui prédomine à Kobokobo, Kivu. La densité varie de 3,05 à 3,2 suivant le degré d'hydratation; la dureté est comprise entre 2 et 2,5.

## OPTIQUE

Les données sont peu concordantes dans la littérature, en relation avec le degré d'hydratation des autunites. Le minéral est uniaxe ou biaxe (-) avec un 2V variable de 0 à 53°. Pour l'autunite hydratée :  $\alpha = 1,553$  à 1,555 (incolore à jaune pâle),  $\beta = 1,575$  à 1,579 (jaune) et  $\gamma = 1,577$  à 1,60 (jaune). Les indices de réfraction sont plus élevés dans les variétés déshydratées. Orientation optique :  $X = c$  et  $Y = a$ . Le minéral est fortement fluorescent en vert jaunâtre aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE (2)

Système pseudo-quadratique. Groupe spatial très proche de  $I4/mmm$ .  $a = 6,99$  et  $c = 20,63 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ . Pour la méta-autunite I, le système est quadratique avec  $a = 6,98$  et  $c = 8,42 \text{ \AA}$ ; le groupe spatial est  $P4/nmm$ . Il existe en outre une méta-autunite II de symétrie orthorhombique. Les feuilletts  $[(\text{UO}_2)(\text{PO}_4)]_n$  sont reliés entre eux par des cations  $\text{Ca}^{++}$  entourés d'un nombre variable de molécules d'eau. Les spectres de poudre sont mentionnés sur les fiches JCPDS 8-314 (autunite), 12-423 (méta-autunite I) et 14-73 (méta-autunite II).

## COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et de calcium. Pourcentages théoriques pour 12  $\text{H}_2\text{O}$  : CaO 5,68%,  $\text{UO}_3$  58,01%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  14,40% et  $\text{H}_2\text{O}$  21,91%.

L'autunite se déshydrate très facilement et se transforme en méta-autunites (8 H<sub>2</sub>O, 6-2 H<sub>2</sub>O ou 2-0 H<sub>2</sub>O). De très nombreux échantillons de collections se déshydratent plus ou moins complètement et donnent des spectres de diffraction renfermant les raies de l'autunite et de l'une ou l'autre variété de méta-autunite. Cette transformation s'accompagne d'une opacification des cristaux.

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'autunite et ses formes déshydratées sont complètement absentes de la zone d'oxydation des gisements du Shaba. A Kobokobo (Kivu), l'autunite et ses formes déshydratées sont présentes sous forme d'enduits micacés, associées aux autres phosphates d'uranyle du gisement. A Manono, on a trouvé de l'autunite associée à de la calcédoine et à de la tourmaline.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) BROOKE, J.H. et MILLER, W.H. (1852) - Introduction to Mineralogy, London, 517 pp.
- (2) BEINTEMA, J. (1938) - Rec. Trav. Chim. Pays-Bas, 57, 155-175.



Cristaux tabulaires transparents d'AUTUNITE.  
RGM 11.944 des Brugeauds  
(France) (x 20).

# TORBERNITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Werner (1793) (1)

*LOCALITE TYPE* : Jachymov, Bohême, Tchécoslovaquie

*FORMULE* :  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot \sim 10 \text{H}_2\text{O}$  (8  $\text{H}_2\text{O}$  pour la méta-torbernite) (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur du chimiste suédois Torbern Bergmann (1735-1784).

## DESCRIPTION

La torbernite se transforme irréversiblement en méta-torbernite par déshydratation, aussi est-ce pratiquement toujours le second minéral qui figure dans les collections minéralogiques. Les deux minéraux ont la même présentation, seules les propriétés sont différentes.

Le nom chalcolite est synonyme de torbernite. Les auteurs français utilisent généralement chalcolite, terme qui aurait normalement dû être seul utilisé étant donné sa priorité chronologique. Nous nous sommes alignés ici sur les index internationaux (Hey, Fleischer) qui utilisent uniquement le terme torbernite.

La torbernite et sa forme déshydratée, la méta-torbernite, se présentent en tablettes carrées d'épaisseur variable, allant de la lame micacée à la bipyramide à sommets tronqués. Les cristaux peuvent atteindre de grandes dimensions (plus d'un cm de côté); ils sont parfois allongés suivant [001]. Le contour peut être octogonal par développement des faces {110}. Les formes les plus fréquentes sont {001}, {010}, {110}, {011}, {012}, et {111}. Le clivage {100} est parfait. La couleur varie du vert foncé au vert jaunâtre, en passant par des teintes émeraudees. Le minéral est transparent et s'opacifie par déshydratation. Les cristaux sont associés en groupements subparallèles, flabelliformes ou crêtés. Au Shaba, existent de nombreux groupements mixtes torbernite-saléeite. La densité varie de 3,29 (torbernite) à 3,70 (méta-torbernite). La dureté est de 2,5.

## OPTIQUE

La torbernite est dichroïque :  $n_o = 1,592$  (bleu-gris) et  $n_e = 1,582$  (vert). Uniaxe négatif. La méta-torbernite est uniaxe (+) avec  $n_o = 1,618$  et  $n_e = 1,622$ . Pas de fluorescence aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système quadratique. Pour la torbernite, le groupe spatial est  $I4/mmm$  et les paramètres valent :  $a = 7,06$  et  $c = 20,54 \text{Å}$ ,  $Z = 2$ . Pour la méta-



META-TORBERNITE. Ensemble de cristaux à contour carré.  
RGM 11.509 de Musonoï (x 20).

torbernite : groupe spatial  $P4/n$  avec  $a = 6,969$  et  $c = 17,306 \text{ \AA}$ ,  $Z = 2$ . La structure de la torbernite n'est pas connue avec précision, contrairement à celle de la méta-torbernite (3). Dans celle-ci, l'ion  $\text{Cu}^{++}$  est lié à 2 atomes d'oxygène (du groupe uranyle) appartenant chacun à un feuillet différent; cette caractéristique assure la cohésion de la structure. L'entourage du cuivre est complété par 4 molécules d'eau. Les spectres de diffraction sont mentionnés aux fiches JCPDS 8-360 (torbernite) et 16-404 (méta-torbernite).

#### COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphates hydratés de cuivre et d'uranyle. Pourcentages théoriques de la torbernite :  $\text{CuO}$  8,17%,  $\text{UO}_3$  58,76%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  14,58% et  $\text{H}_2\text{O}$  8,49%.



META-TORBERNITE. Cristaux bipyr-  
midés tronqués.  
RGM 12.105 de Bigay-Lachaux (France)  
(x 22).

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La torbernite et surtout sa variété déshydratée, la méta-torbernite, sont les minéraux d'uranium secondaires les plus répandus dans les gisements du Shaba méridional. Ils constituent généralement le dernier stade de l'altération du minerai primaire et on peut les trouver à de grandes distances du filon minéralisé. Ils forment localement des volumes considérables pesant plusieurs centaines de kilos. La torbernite est associée préférentiellement à la saléeite et aux autres phosphates d'uranyle des gisements. La torbernite a été rencontrée dans tous les sites uranifères du Shaba. A Kalongwe, la torbernite est accompagnée de vandenbrandéite et de cuprosklodowskite.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) WERNER, A.G. (1793) - Werner's Verbesserungen in de Mineralogie, Berlin, p. 43.
- (2) FRONDEL, C., RISK, D.D. et FRONDEL, J.W. (1956) - US Geol. Surv. Bull., 1036, p. 138.
- (3) ROSS, V., EVANS, H.T. et APPLEMAN, D.E. (1964) - Amer. Min., 49, 1603-1621.

# SALEEITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Thoreau et Vaes (1932) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*HOLOTYPE* : échantillon K 1812 de la collection minéralogique de l'Université de Louvain

*FORMULE* :  $Mg(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur du Chanoine Achille Salée, professeur à l'Université Catholique de Louvain (1883-1932).

## DESCRIPTION

La saléeite se présente en agrégats ou empilements de plaquettes carrées aplaties sur {001}. Les formes les plus fréquentes sont {001}, {010}, et {100}, avec parfois des troncatures {120} et {210}. Le clivage {001} est parfait. La couleur est jaune pâle. Les cristaux sont transparents et s'opacifient par déshydratation. La densité est de 3,18 et la dureté de 2,5. Il existe des cristaux mixtes à centre de torbernite et bordure de saléeite. Cette association est fréquente à Shinkolobwe. A Kobokobo (Kivu), la saléeite est microcristalline et constitue des placages à aspect micacé.

## OPTIQUE

La saléeite est faiblement pléochroïque.  $\alpha = 1,554$ ,  $\beta = 1,570$  et  $\gamma = 1,573$ .  $2V(-) = 61^\circ$ . Orientation optique :  $X = c$ , perpendiculaire au clivage {001}. Le minéral est fluorescent en jaune citron aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique pseudo-quadratique. Groupe spatial  $P2_1/n$  proche de  $P4/nmm$ .  $a = 6,972$  et  $c = 19,935 \text{ \AA}$  (2).  $Z = 2$ . Le spectre de poudre d'une saléeite légèrement déshydratée est mentionné sur la fiche JCPDS 8-313.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté de magnésium et d'uranyle. Pourcentages théoriques : MgO 4,32%,  $UO_3$  61,22%,  $P_2O_5$  15,19% et  $H_2O$  19,27%.

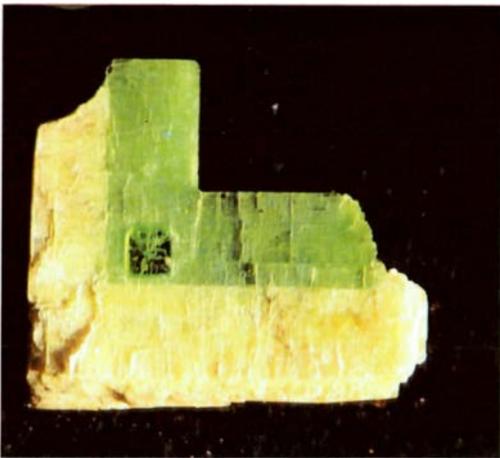
## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La saléeite est associée aux autres phosphates d'uranyle et plus particulièrement à la méta-torbernite dans le gisement de Shinkolobwe. Saléeite et



SALEEITE. Nodules arrondis constitués de cristaux crêtés associés à quelques tablettes de META-TORBERNITE verte.

Collection UMHK. Provenance : Shinkolobwe (x 4).



Cristal mixte constitué de SALEEITE jaune et de META-TORBERNITE verte.

RGM. 5.899 de Shinkolobwe (x 15).

méta-torbernite y forment des cristaux mixtes. La saléite est fréquente dans la zone uranifère de la pegmatite de Kobokobo, associée à la méta-autunite et aux phosphates d'uranyle et d'aluminium.

## REMARQUE

La description ci-dessus est valable pour la saléeite type conservée dans des conditions normales de température et d'humidité. Ce minéral se transforme aisément en méta-saléeites par déshydratation. La plupart des propriétés fluctuent en fonction du degré de déshydratation, ce qui explique la divergence des résultats fournis dans la littérature pour ce minéral.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) THOREAU, J. et VAES, J.F. (1932) - Bull. Soc. belge Géol., **42**, 96-100.
- (2) PIRET, P. et DELIENS, M. (1980) - Bull. Minéral., **103**, 630-632.

# THREADGOLDITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Deliens et Piret (1979) (1)

*LOCALITE TYPE* : Kobokobo, Kivu, Zaïre

*HOLOTYPE* : R.G.M. 5951 de la collection minéralogique du Musée royal de l'Afrique centrale, B 1980 Tervuren, Belgique

*FORMULE* :  $\text{Al}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de Ian M. Threadgold, minéralogiste australien.

## DESCRIPTION

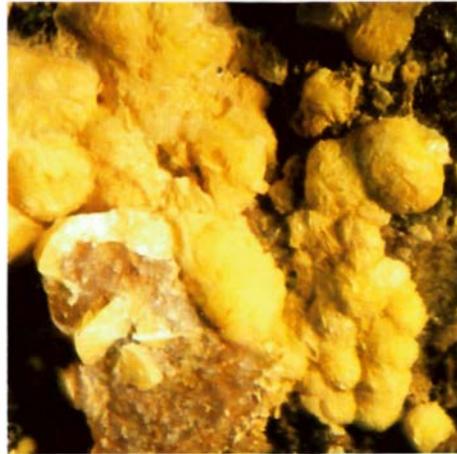
La threadgoldite se présente en tablettes micacées jaune verdâtre transparentes à éclat vitreux. Les cristaux sont allongés suivant *b*. Formes {100} (plan des plaquettes), {001}, {010} et {012}. Ces formes représentent également de bons plans de clivage. Densité mesurée : 3,4.

## OPTIQUE

Au microscope, la threadgoldite se présente en tablettes jaune très pâle à incolore.  $\alpha = 1,573$  (calculé),  $\beta = 1,583$  et  $\gamma = 1,588$ .  $2V(-) = 70^\circ$ . Orientation optique :  $Y = b$  (dans le plan des tablettes), l'angle de Z par rapport au plan est de  $4^\circ$ , l'angle de X avec la normale au plan =  $4^\circ$ . Le minéral est fluorescent en vert vif aux UV de grandes  $\lambda$  et vert pâle aux UV de courtes  $\lambda$ .



Ensemble de tablettes de THREADGOLDITE.  
RGM 13. 511 de l'Alligator district  
(Australie) (x 11).



THREADGOLDITE. Agrégats de  
cristaux en voie de déshydratation.  
RGM 9.855 de Kobokobo (x 11).

#### CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique. Groupe spatial  $Cc$ .  $a = 20,168$ ,  $b = 9,847$ ,  $c = 19,719$  Å et  $\beta = 110,71^\circ$ .  $Z = 4$ . Densité calculée 3,33. Les feuilletts  $[(UO_2)(PO_4)]_n$  sont reliés entre eux par des groupes  $Al_2O_{10}$  constitués de deux octaèdres (2).

#### COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et d'aluminium du groupe de la méta-autunite.  
Pourcentages théoriques :  $Al_2O_3$  5,6%,  $UO_3$  63,5%,  $P_2O_5$  15,4%, et  $H_2O$  17,4%.

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La threadgoldite est associée aux autres phosphates d'uranyle et d'aluminium ainsi qu'à la méta-autunite et à la phosphuranylite, dans les zones uranifères de la pegmatite à béryl et à colombite de Kobokobo au Kivu. Elle sert plus particulièrement de support à des aiguilles prismatiques d'upalite. Un minéral sans doute identique a été décrit dans le South Alligator district (N.T.) en Australie mais au sein d'une association de minéraux uranifères plus proche de celle du gisement de Shinkolobwe au Shaba (3).

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. et PIRET, P. (1979) - Bull. Minéral., 102, 338-341.
- (2) PIRET, P., DECLERCQ, J.-P. et WAUTIER-STOOP, D. (1979) - Acta Cryst., B 35, 3017-3020.
- (3) THREADGOLD, I.M. (1960) - CSIRO Mineragraphic. Invest., Tech. paper, 2, 53 pp.

## GRUPE STRUCTURAL DE LA PHOSPHURANYLITE

Il existe au Zaïre 7 ou 8 minéraux appartenant à ce groupe : la phosphuranylite (Ca), la dumontite (Pb), la renardite (Pb), la phurcalite (Ca), la phuralumite (Al), l'upalite (Al) et la mundite (Al). La dewindtite, s'il s'agit réellement d'une espèce, appartient aussi à ce groupe. Tous ces minéraux ont en commun une structure en feuillets parallèles dont la composition est :  $[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2]_n$ . La distance entre les feuillets et leur disposition relative varient selon le contenu de l'espace qui les sépare et, en particulier, selon le nombre et la nature des cations (voir tableau ci-dessous). La figure 5 représente une partie d'un feuillet. On remarque que les groupes uranyle ( $\text{UO}_2$ ) présentent 2 types d'entourage : soit un hexagone de 6 atomes d'oxygène, soit un pentagone de 5 atomes d'oxygène. On voit que, dans la direction nord-sud, chaque hexagone est accolé vers le haut et vers le bas à deux pentagones. Il se forme ainsi une chaîne infinie dont la période vaut environ 6,9 Å. Ces chaînes parallèles sont reliées entre elles par les groupes phosphates ( $\text{PO}_4$ ) pour former le feuillet. Dans la direction est-ouest, la périodicité vaut environ 17,4 Å.

### Relation entre les paramètres de la maille et la périodicité du feuillet.

1. dans la direction des chaînes d'uranyle (nord-sud dans la figure 5).
2. dans la direction perpendiculaire (est-ouest dans la figure 5).

		1	2
Phosphuranylite	(1 Ca)	$a/2 = 6,88 \text{ \AA}$	$c = 17,38 \text{ \AA}$
Dumontite	(2 Pb)	$c = 7,02$	$c = 16,73$
Renardite	(1 Pb)	$c/2 = 6,85$	$b = 17,5$
Phurcalite	(2 Ca)	$c/2 = 6,80$	$a = 17,54$
Phuralumite	(2 Al)	$a/2 = 6,92$	$2c \sin \beta = 17,43$
Upalite	(1 Al)	$c/2 = 6,85$	$a/2 = 17,37$
Mundite	(1 Al)	$c/2 = 6,88$	$a = 17,08$

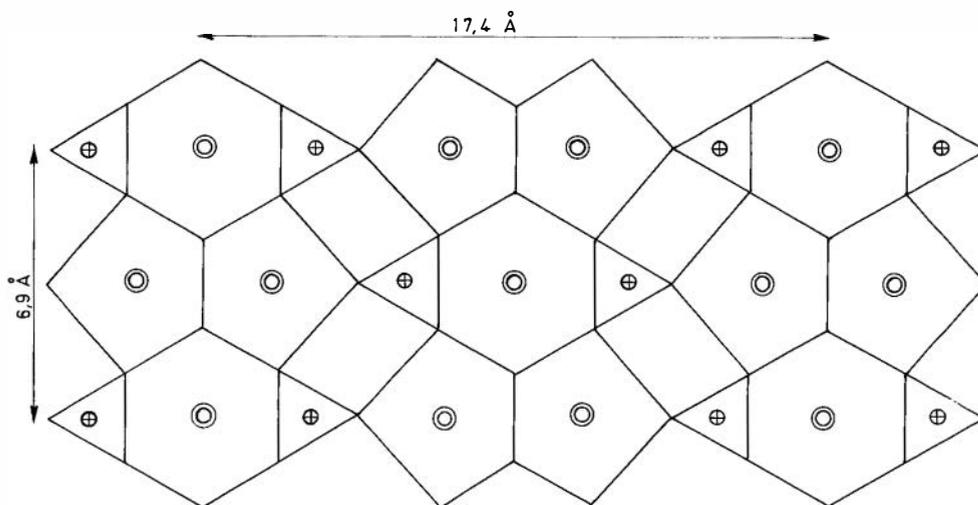


Fig. 5. - Schéma de la structure des feuillets dans les minéraux du groupe de la phosphuranylite. Les traits relient des atomes d'oxygène. Les doubles cercles représentent des groupes uranyle O-U-O perpendiculaires au plan du feuillet. Les croix entourées d'un cercle représentent le phosphore et un des 4 atomes d'oxygènes formant le tétraèdre.

## PHOSPHURANYLITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Genth (1879) (1)

*LOCALITE TYPE* : Caroline du Nord, USA

*FORMULE* :  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : d'après la composition chimique.

### DESCRIPTION

La phosphuranylite se présente en cristaux lamellaires rectangulaires, aplatis sur (100) et allongés suivant [001]. Formes {100}, {010}, {101}, plus rarement {001}. La couleur est jaune ambre à jaune d'or. Les cristaux sont transparents à translucides. Le clivage {100} est parfait, {010} est net. Les cristaux sont isolés ou forment des groupes radiés. Tant à Shinkolobwe qu'à Kobokobo, les croûtes microcristallines sont prédominantes. La densité est de 4,10 et la dureté de 3.

### OPTIQUE

Les données de la littérature sont assez fluctuantes, en relation avec la présence de plomb. En effet, la phosphuranylite (Ca) et la renardite (Pb) font partie d'une série isomorphe. La phosphuranylite est fortement pléochroïque avec  $\alpha$  compris entre 1,658 et 1,690,  $\beta$  et  $\gamma$  compris entre 1,699 et 1,724. X est incolore à jaune pâle,

Y est jaune d'or et Z est jaune d'or. 2V (-) variable. Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

#### CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique avec  $a = 13,75$ ,  $b = 15,95$  et  $c = 17,38$  Å. Groupe spatial  $C222_1$ .  $Z = 8$ . Dans la structure, les feuilletts  $[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2]_n$  sont reliés par des cations  $\text{Ca}^{++}$ . Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 18-898.

#### COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et de calcium. Pourcentages théoriques : CaO 4,74%,  $\text{UO}_3$  72,59%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  12,01% et  $\text{H}_2\text{O}$  10,66%.

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A Shinkolobwe, la phosphuranylite est associée aux autres phosphates d'uranyle (renardite, parsonsite, saléeite, torbernite) ainsi qu'à la kasolite et à la curite. Elle forme souvent des amas microcristallins avec la renardite et la parsonsite.

A Kobokobo, la phosphuranylite est très abondante, associée à la méta-autunite et aux phosphates d'uranyle et d'aluminium récemment décrits dans ce gisement. Elle se présente soit sous forme de cristaux rectangulaires allongés, soit sous forme de croûtes microcristallines.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) GENTH, F.H. (1879) - Am. Chem. Soc. Journ., 1, 89.
- (2) SHASHKIN, D.P. et SIDORENKO, G.A. (1974) - Dokl. Akad. Nauk SSSR, 220, 1161-1164.



PHOSPHURANYLITE.  
Amas de microcristaux et  
grands prismes de KASOLITE  
orange.  
RGM 2.711 de Shinkolobwe  
(x 32).

# DUMONTITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1924) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $\text{Pb}_2 (\text{UO}_2)_3 (\text{PO}_4)_2 (\text{OH})_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur du géologue belge André Dumont (1809-1857)

## DESCRIPTION

La dumontite se présente en cristaux prismatiques aplatis de couleur jaune pâle à jaune d'or. Les cristaux sont soit isolés, soit groupés en étoiles. L'allongement est parallèle à l'axe  $c$ . Les prismes sont aplatis sur (100) et striés parallèlement à l'allongement. La densité est voisine de 5,6.

## OPTIQUE

La dumontite est pléochroïque, avec  $\alpha = 1,85$  (jaune pâle) et  $\beta = 1,87$  (jaune d'or).  $\gamma$  n'a pas été mesuré. L'orientation optique est la suivante :  $X = b$  et  $Y = c$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV comme erronément signalé dans certains ouvrages.

## CRISTALLOGRAPHIE

La dumontite est monoclinique avec  $a = 8,16$ ,  $b = 16,73$ ,  $c = 7,02 \text{ \AA}$  et  $\beta = 110^\circ$ . Groupe spatial  $P2_1/m$ .  $Z = 2$  (2). Il existe un plan de macle suivant (100). Les feuillets  $[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2]_n$  sont reliés par des cations  $\text{Pb}^{2+}$  (3). Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 12-158.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté de plomb et d'uranyle. Pourcentages théoriques : PbO 29,06%, UO<sub>3</sub> 55,85%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 9,24% et H<sub>2</sub>O 5,85%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dumontite est un des minéraux secondaires d'uranium les plus rares du gisement de Shinkolobwe. On la trouve dans la zone des phosphates, associée à la méta-torbernite.



DUMONTITE. Ensemble de cristaux aciculaires dans une géode de quartz.  
Ech. UCL provenant de Shinkolobwe (x 16).



DUMONTITE. Prisme isolé terminé par  
une base.  
Ech. ULg. 9.428 de Shinkolobwe (x 100).

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1924) - C.R. Acad. Sci. Paris, 179, 693-695.
- (2) THORLAU, J., VAN MEERSCHE, M. et PROTAS, J. (1959) - Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr., 81, 63-65.
- (3) PIRET-MEUNIER, J., LEONARD, A. et VAN MEERSCHE, M. (1962) - Bull. Acad. roy. Belg., Cl. Sci., 5<sup>e</sup> série, 48, 751-760.

# RENARDITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1928) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $\text{Pb}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de A.F. Renard (1824-1903), minéralogiste belge de l'Université de Gand.

## DESCRIPTION

La renardite se présente en cristaux allongés suivant [001] et aplatis suivant [100]. Formes {100} , {010} , {101} ; {001} plus rare. Le clivage {100} est parfait. La couleur est jaune pâle à jaune citron, les cristaux sont transparents. La densité est proche de 4,35 et la dureté est comprise entre 3 et 4. Les cristaux sont groupés en assemblages subparallèles, plus rarement en ensembles radiaires. La renardite est fréquemment en croûtes microcristallines, en association avec la phosphuranylite et la parsonsite.

## OPTIQUE

Les tablettes de renardite sont pléochroïques, avec  $\alpha = 1,715$ ,  $\beta = 1,736$  et  $\gamma = 1,739$ .  $2V (-) = 41^\circ$ . Orientation optique :  $X = a$ ,  $Y = c$  et  $Z = b$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

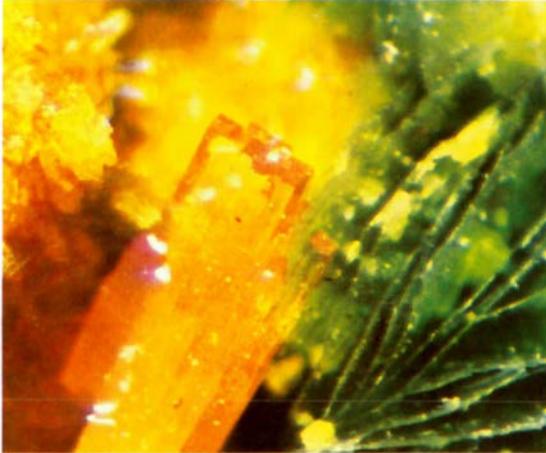
Système orthorhombique. Groupe spatial *Bmmb*.  $a = 16,01$ ,  $b = 17,5$  et  $c = 13,7$  Å.  $Z = 8$  (3). Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 8-328. Les spectres de poudre et de monocristaux sont très semblables à ceux de la phosphuranylite.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et de plomb, isomorphe de la phosphuranylite (Ca). Pourcentages théoriques : PbO 16,54%, UO<sub>3</sub> 63,60%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10,52% et H<sub>2</sub>O 9,34%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La renardite est fréquente dans le gisement de Shinkolobwe, soit en groupes de cristaux tabulaires, soit en croûtes microcristallines mixtes avec phosphuranylite



RENARDITE. Cristaux prismatiques jaunes associés à de la META-TORBERNITE verte. RGM 2.712 de Shinkolobwe (x 95).

et parsonsite. A Swambo, la renardite est accompagnée de kasolite, de métatorbernite, de gypse et d'oxydes noirs de cobalt.

#### REMARQUE

Il existe un autre phosphate hydraté d'uranyle et de plomb dans les gisements du Shaba : la *dewindtite*. Ce minéral présente le curieux problème de donner des spectres de diffractions X apparemment identiques à ceux de la renardite, alors que les analyses chimiques et les données optiques sont très différentes. Il semble que la dewindtite contienne plus de plomb que la renardite. Ce minéral demande un complément d'étude.

Notons d'autre part que la *stasite*, représentant un faciès bien cristallisé de dewindtite, sans autre différence de composition ni de propriétés, est un nom d'espèce à discréditer.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1928) - Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr., **51**, 247-252.
- (2) SHASHKIN, D.P. et SIDORENKO, G.A. (1974) - Dokl. Akad. Nauk. SSSR, **220**, 1161-1164. (Article sur la structure de la phosphuranylite; la formule de la renardite est déduite par analogie).
- (3) FRONDEL, C. et CUTTITTA, F. (1954) - Amer. Min., **39**, 448-451.

# PHURCALITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Deliens et Piret (1978) (1)

*LOCALITE TYPE* : Bergen an der Trieb, Saxe, RDA

*HOLOTYPE* : R.G.M. 13.388 de la collection minéralogique du Musée royal de l'Afrique centrale, B 1980 Tervuren, Belgique

*IDEOTYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre. Même collection, R.G.M. 13.600

*FORMULE* :  $\text{Ca}_2 (\text{UO}_2)_3 (\text{PO}_4)_2 (\text{OH})_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  (1)

*NOMENCLATURE* : d'après la composition chimique : phosphore, uranium, calcium.

## DESCRIPTION

La phurcalite se présente en tablettes aplaties suivant [010] et allongées suivant [001]. La longueur maximale des cristaux est de 1 mm. La couleur est jaune et l'éclat vitreux. Les cristaux sont généralement tronqués. Les clivages {001} et {010} sont parfaits, {100} est moins marqué. La densité est légèrement supérieure à 4.

## OPTIQUE

Le minéral est fortement pléochroïque :  $\alpha$  (calculé) = 1,690,  $\beta$  (jaune pâle) = 1,730 et  $\gamma$  (jaune vif) = 1,749.  $2V(-) = 68^\circ$ . Orientation optique :  $X=b$ ,  $Y=a$  et  $Z=c$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

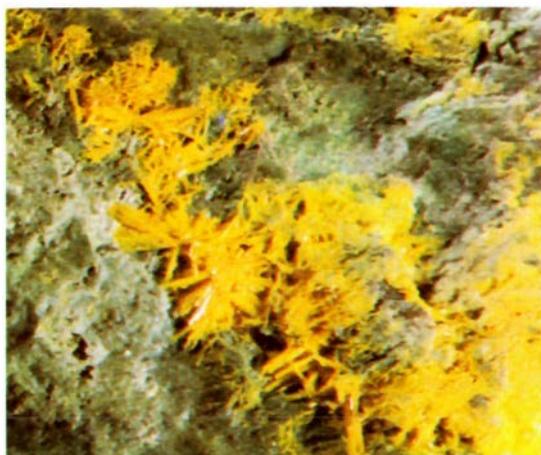
Système orthorhombique. Groupe spatial *Pbca*.  $a = 17,426$ ,  $b = 16,062$ ,  $c = 13,592$  Å.  $Z = 8$ . La phurcalite est constituée de feuillets  $[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2]_n$  reliés entre eux par 2 Ca, 2 OH et 4 molécules d'eau (2). Les ions  $\text{Ca}^{++}$  sont entourés chacun par 7 atomes d'oxygène dont 4 appartiennent aux feuillets.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et de calcium. Pourcentages théoriques : CaO 9,18%,  $\text{UO}_3$  70,33%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  11,64% et  $\text{H}_2\text{O}$  8,85%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La phurcalite originale provient du gisement de Bergen en der Trieb en Saxe (RDA), où elle est associée à des tablettes d'hématite spéculaire noire tapissant de



PHURCALITE. Prismes allongés à disposition radiée sur un fond de MALACHITE.  
RGM. 13.600 de Shinkolobwe (x 14).



Détail d'une rosette de PHURCALITE.  
RGM 13.600 de Shinkolobwe (x 50).

petites géodes d'une roche granitique. Une seconde occurrence a été signalée à Shinkolobwe au Shaba. La phurcalite a le même faciès que le minéral type de Bergen, mais les cristaux sont plus abondants et disposés en touffes sur un support de malachite zonaire. L'échantillon étant isolé, il n'est pas possible de préciser l'ordre d'apparition de la phurcalite dans la succession des minéraux résultant de l'altération de l'uraninite primaire.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. et PIRET, P. (1978) - Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr., 101, 356-358.
- (2) PIRET, P. et DECLERCQ, J.-P. (1978) - Acta Cryst., B34, 1677-1679.
- (3) DELIENS, M. et COMBLAIN, G. (1978) - Bull. Soc. belge Géol., 87, 225-226.

# PHURALUMITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Deliens et Piret (1979) (1)

*LOCALITE TYPE* : Kobokobo, Kivu, Zaïre

*HOLOTYPE* : R.G.M. 6.201 de la collection minéralogique du MRAC, Tervuren, Belgique

*FORMULE* :  $\text{Al}_2 (\text{UO}_2)_3 (\text{PO}_4)_2 (\text{OH})_6 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

*NOMENCLATURE* : d'après la composition chimique : phosphore, uranium et aluminium.

## DESCRIPTION

La phuralumite se présente en cristaux prismatiques jaune citron allongés suivant [001] et aplatis sur (010). La terminaison est pointue par suite de l'existence des deux faces ( $\bar{1}01$ ) et (001). Le clivage {010} est parfait; il débite les cristaux en plaquettes minces. Les cristaux sont transparents à translucides et atteignent au maximum 1 mm de longueur. La densité mesurée est de 3,5 et la dureté est voisine de 3.

## OPTIQUE

Les plaquettes sont pléochroïques ou non suivant la section.  $\alpha = 1,599$  (calculé),  $\beta = 1,616$  (jaune très pâle) et  $\gamma = 1,624$  (jaune très pâle).  $2V (-) = 40^\circ$ . Orientation optique :  $X = b$  (perpendiculaire au plan des plaquettes),  $Y$  est proche de la direction d'allongement [001] ( $Y \wedge c$  est compris entre 0 et  $8^\circ$ ). La phuralumite n'est pas fluorescente aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique. Groupe spatial  $P2_1/a$ .  $a = 13,836$ ,  $b = 20,918$ ,  $c = 9,428 \text{ \AA}$  et  $\beta = 112,44^\circ$ .  $Z = 4$ . Les feuilletts  $[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2]_n$  sont reliés entre eux par des groupes  $\text{Al}_4\text{O}_{14}$  composés de deux octaèdres et de deux bipyramides trigonales (2).

## COMPOSITION CHIMIQUE

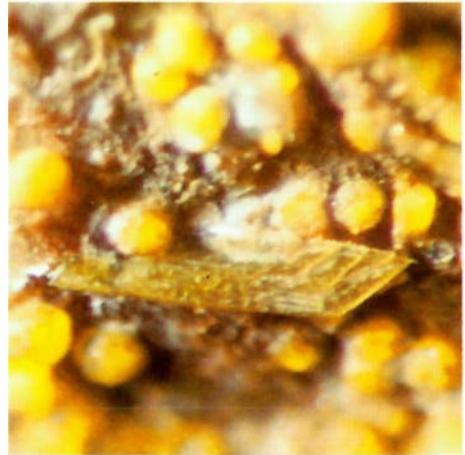
Phosphate hydraté d'uranyle et d'aluminium. Pourcentages théoriques :  $\text{Al}_2\text{O}_3$  7,6%,  $\text{UO}_3$  64,2%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  10,6% et  $\text{H}_2\text{O}$  17,6%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La phuralumite a été découverte dans le gisement de pegmatite à béryl et colombite de Kobokobo, au Kivu. Elle est associée aux autres phosphates d'uranyle du



Tablettes terminées de PHURALUMITE.  
RGM 6.197 de Kobokobo (x 43).



Tablettes transparentes de PHURALUMITE et nodules jaunes de RANUNCULITE.  
RGM 6.197 de Kobokobo (x 60).

gissement : ranunculite, threadgoldite, upalite et mundite. La méta-autunite et la phosphuranylite sont également abondantes dans les zones uranifères de la pegmatite. La phuralumite est plus particulièrement associée à des nodules jaune vif de ranunculite, qui peuvent lui servir de support de cristallisation.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. et PIRET, P. (1979) - Bull. Minéral., 102, 333-337.
- (2) PIRET, P., PIRET-MEUNIER, J. et DECLERCQ, J.-P. (1979) - Acta Cryst., B35, 1880-1882.

# UPALITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Deliens et Piret (1979) (1)

*LOCALITE TYPE* : Kobokobo, Kivu, Zaïre

*HOLOTYPE* : R.G.M. 5951 et 13457 de la collection minéralogique du Musée royal de l'Afrique centrale, B 1980 Tervuren, Belgique

*FORMULE* :  $\text{Al}(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  (1) et (2)

*NOMENCLATURE* : d'après la composition chimique : uranium, phosphore, aluminium

## DESCRIPTION

L'upalite se présente en cristaux aciculaires à section carrée. Dimensions maximales : 0,5 x 0,05 x 0,05 mm. Il existe parfois une terminaison en pointe. La couleur est jaune ambre et la transparence est parfaite. Les formes { 100 } et { 010 } sont présentes et constituent de bons clivages. L'upalite existe aussi sous forme d'amas microscopiques de fibres translucides; elle peut en outre constituer des inclusions dans la threadgoldite. La densité calculée est de 3,94.

## OPTIQUE

L'upalite se présente en longs prismes fortement pléochroïques.  $\alpha = 1,649$  (incolore),  $\beta = 1,666$  (jaune canari) et  $\gamma = 1,676$  (jaune canari).  $2V (-) = 74^\circ$ . Orientation optique :  $X = b$ ,  $Y = a$ ,  $Z = c$ . L'upalite n'est pas fluorescente aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

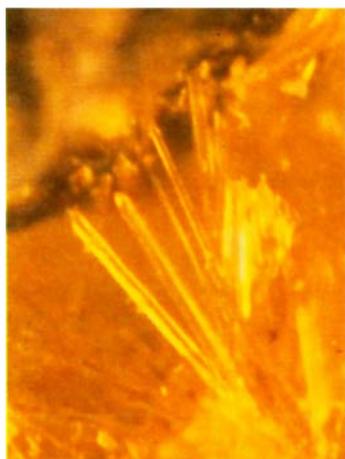
Système orthorhombique. Groupe spatial  $Bba2$ .  $a = 34,73$ ,  $b = 16,82$  et  $c = 13,704 \text{ \AA}$ .  $Z = 16$ . Les feuilletts  $[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2]_n$  sont reliés par 3 ions  $\text{Al}^{3+}$  d'entourages différents, ce qui explique pourquoi le volume de la maille est beaucoup plus grand que dans les autres composés du même groupe structural.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et d'aluminium. Pourcentages théoriques :  $\text{Al}_2\text{O}_3$  4,3%,  $\text{UO}_3$  72,3%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  12,0% et  $\text{H}_2\text{O}$  11,4%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'upalite est associée aux autres phosphates d'uranyle et d'aluminium de la zone uranifère de la pegmatite à béryl et colombite de Kobokobo. L'upalite a été



UPALITE. Aiguilles implantées dans une géode.  
RGM. 5.951 de Kobokobo (x 75).

trouvée sous forme d'inclusions aciculaires dans des plaquettes de threadgoldite. Plus généralement, les cristaux sont implantés dans de minuscules géodes ou alignés le long de craquelures de la roche.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. et PIRET, P. (1979) - Bull. Minéral., 102, 333-337.
- (2) PIRET, P. et DECLERCQ, J.-P. (1981) - Bull. Minéral., sous presse.

## MUNDITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Deliens et Piret (1981) (1)

*LOCALITE TYPE* : Kobokobo, Kivu, Zaïre

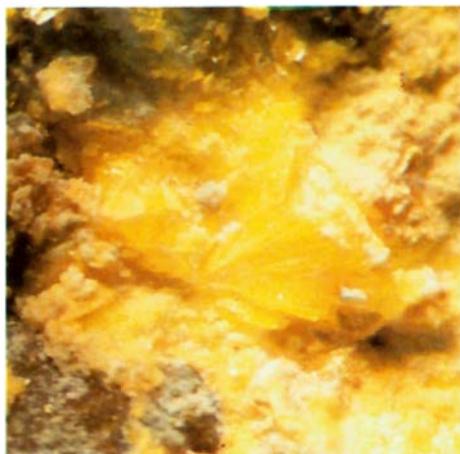
*HOIOTYPE* : R.G.M. 11.888 de la collection minéralogique du MRAC, B 1980  
Tervuren, Belgique

*FORMULE* :  $\text{Al}(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_{3.5} \cdot 5,5 \text{H}_2\text{O}$

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de Walter Mund, radiochimiste et professeur à l'Université de Louvain (1892-1956).

#### DESCRIPTION

La mundite se présente en cristaux tabulaires à section rectangulaire ou carrée. Ils sont aplatis sur (010) et allongés de préférence suivant [001]. Les clivages { 010 } , { 100 } et { 001 } sont nets. Les tablettes jaune d'or sont transparentes. La densité calculée est de 4,295.



Tablettes fasciculées de MUNDITE.  
RGM 13.457 de Kobokobo (x 20).

## OPTIQUE

Les tablettes transparentes jaune pâle sont très faiblement pléochroïques.  $\alpha$  (calculé) = 1,62,  $\beta$  = 1,682 et  $\gamma$  = 1,688.  $2V(-) = 33^\circ$ . Orientation optique :  $X = b$ ,  $Y = c$  et  $Z = a$ . La mundite est faiblement fluorescente en vert pâle aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial  $P2_1cn$  ou  $Pm\bar{c}n$ .  $a = 17,08$ ,  $b = 30,98$  et  $c = 13,76$  Å.  $Z = 16$ . Au point de vue structural, les feuillets  $[(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_2]_n$  sont perpendiculaires à  $b$ .

## COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et d'aluminium. Pourcentages théoriques :  $Al_2O_3$  4,33%,  $UO_3$  72,90%,  $P_2O_5$  12,06% et  $H_2O$  10,71%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mundite a été identifiée sur une douzaine d'échantillons de la pegmatite de Kobokobo. Sur l'échantillon type, le minéral est associé à de la méta-autunite en tablettes, à des nodules jaune canari de ranunculite et à des aiguilles d'upalite.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. et PIRET, P. (1981) - Bull. Minéral., sous presse.

## 7. LES VANADATES

### GROUPE STRUCTURAL DE LA CARNOTITE

Ce groupe est composé de vanadates hydratés d'uranyle. Il est représenté au Zaïre par 3 minéraux : la curiéinite (Pb), la francevillite (Ba) et la sengiérinite (Cu).

La structure est formée de feuillets parallèles entre eux dont la formule est :  $[(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_8]_n$ . La disposition relative des feuillets varie d'un minéral à l'autre. La figure 6 montre une partie d'un feuillet. L'ion uranyle  $\text{UO}_2$  a un entourage pentagonal constitué de 5 atomes d'oxygène. Chaque atome de vanadium est également entouré par 5 atomes d'oxygène (quatre dans le plan du feuillet et un en dehors du plan)

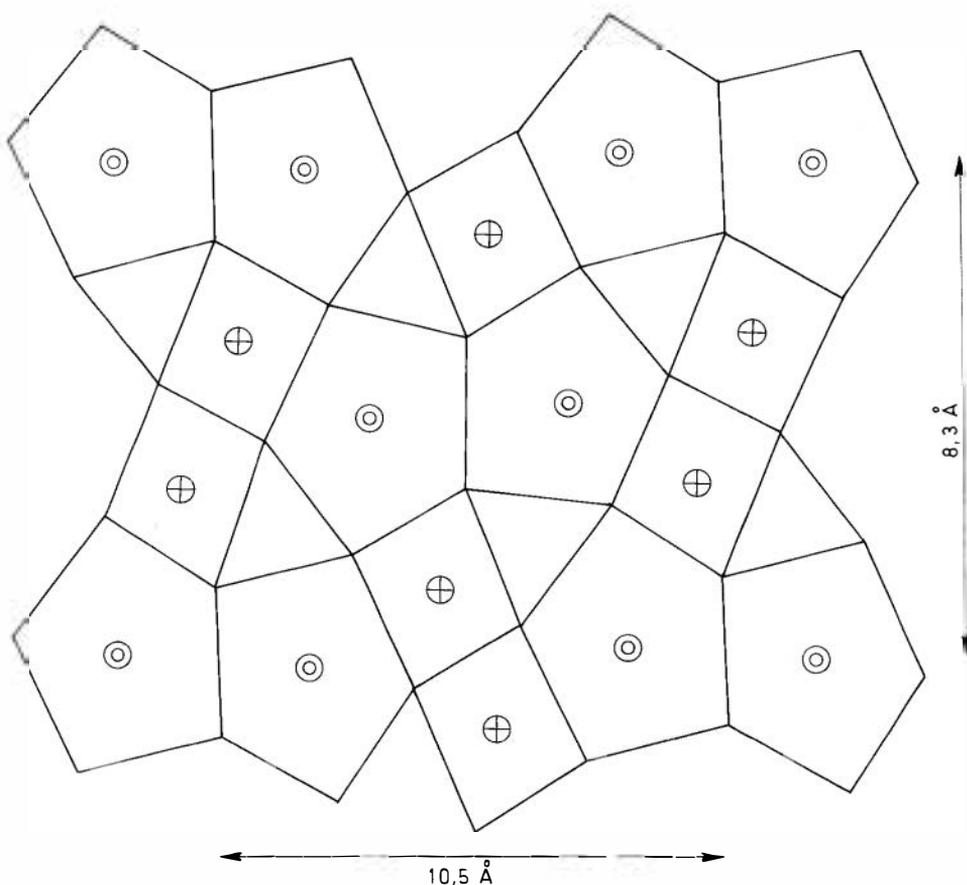


Fig. 6. - Schéma de la structure des feuillets dans les minéraux du groupe de la carnotite. Les doubles cercles représentent des groupes uranyle O-U-O perpendiculaires au plan du feuillet. Les croix entourées d'un cercle représentent le vanadium et un atome d'oxygène, sommet de la pyramide tétragonale. Les traits relient des atomes d'oxygène.

formant une pyramide à base plus ou moins carrée. Chaque pyramide partage une arête avec une voisine; il en résulte des groupes  $V_2O_8$ . Les sommets des pyramides sont situés de part et d'autre du plan des bases. Dans un feuillet, la période vaut environ 10,5 Å dans la direction est-ouest pour tous les minéraux du groupe, tandis que dans la direction nord-sud la période varie de 8,1 Å (sengiérite) à 8,5 Å (francevillite et curiénite).

## CURIENITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Cesbron et Morin (1968) (1)

*LOCALITE TYPE* : Mounana, Gabon

*HOLOTYPE* : collection minéralogique du Laboratoire de Minéralogie-Cristallographie de la Faculté des Sciences de Paris

*FORMULE* :  $Pb(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 5 H_2O$

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de Hubert Curien, professeur français de Minéralogie.

### DESCRIPTION

La curiénite originale de Mounana se présente sous forme de poudre microcristalline jaune canari. Au Shaba, le minéral constitue de minuscules cristaux aplatis ayant la forme de losanges. La couleur est brun orangé. La densité est de 4,88.

### OPTIQUE

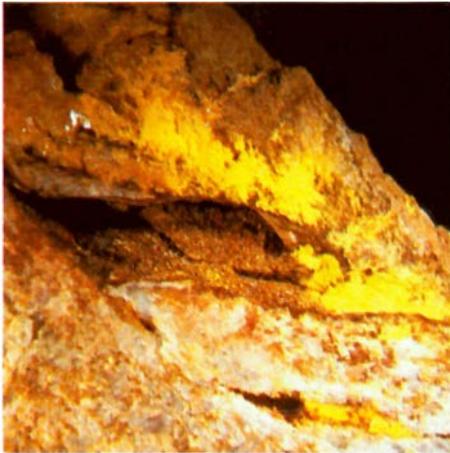
Les indices  $\beta$  et  $\gamma$  sont supérieurs à 2,0. Le troisième indice,  $\alpha$ , perpendiculaire au plan des sections, n'a pas été mesuré.  $2V$  (-) =  $66^\circ$ . Orientation optique par analogie avec la francevillite :  $X = c$ ,  $Y = a$  et  $Z = b$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

### CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial  $Pcan$ .  $a = 10,4$ ,  $b = 8,45$  et  $c = 16,34$  Å.  $Z = 4$ . La structure est la même que celle de la francevillite. Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 22-402.

### COMPOSITION CHIMIQUE

Vanadate hydraté d'uranyle et de plomb. Le minéral constitue le terme plombifère d'une série isomorphe dont la francevillite est le terme baryfère. Pourcentages théoriques :  $PbO$  20,92%,  $UO_3$  53,61%,  $V_2O_5$  17,04% et  $H_2O$  8,43%.



CURIENITE. Enduit pulvérulent jaune.  
RGM 12.913 de Mounana (Gabon) (x 3).

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A Mounana, la curiënite se trouve sur des cristaux de francevillite. Le minéral est contemporain de la torbernite et s'est formé plus tardivement que les autres vanadates de la zone d'oxydation du gisement (vanuralite, chervetite, carnotite, mottramite, francevillite).

Au Shaba, la curiënite a été trouvée sur deux échantillons provenant de Shinkolobwe. Le minéral y est associé à la méta-torbernite et, sur un seul échantillon, à la dumontite.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) CESBRON, F. et MORIN, N (1968) - Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr., 91, 453-459.

# FRANCEVILLITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Branche et *al.*, (1957) (1)

*LOCALITE TYPE* : Mounana (Franceville), Gabon

*FORMULE* : (Ba, Pb) (UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 5 H<sub>2</sub>O

*NOMENCLATURE* : d'après la localité de Franceville (gisement uranifère de Mounana) au Gabon.

## DESCRIPTION

La francevillite se présente en petits cristaux rhombiques aplatis sur (001). Il existe les faces (001), (112), (221) et (111). Le clivage {001} est parfait. La couleur est jaune citron à jaune verdâtre. Les cristaux sont translucides à opaques. La dureté varie de 2 à 2,5. La densité est comprise entre 4,10 et 4,42 en fonction de la teneur en plomb.

## OPTIQUE

La francevillite est 2V (-). L'angle des axes optiques ainsi que les valeurs des indices varient en fonction de la teneur en plomb.  $\alpha = 1,750$  à  $1,785$ ,  $\beta = 1,910$  à  $1,952$  et  $\gamma = 1,945$  à  $2,002$  (2). Orientation optique : X = c, Y = a, et Z = b. Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial *Pbcn*.  $a = 8,51$ ,  $b = 10,46$  et  $c = 16,81$  Å (3).  $Z = 4$ . Les feuillets [(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> V<sub>2</sub>O<sub>8</sub>]<sub>n</sub> sont reliés entre eux par des cations Ba<sup>++</sup> (et Pb<sup>++</sup>) qui sont entourés par 4 atomes d'oxygène des feuillets et par 4 molécules d'eau. Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 21-381.

## COMPOSITION CHIMIQUE

La francevillite est un vanadate hydraté d'uranyle, de baryum et de plomb. Ceci correspond à la définition originale (1). Depuis lors, on a trouvé des termes presque uniquement baryfères en France et en URSS. Il serait donc souhaitable de garder le terme francevillite pour le minéral au baryum, le terme curiénite pour le minéral au plomb et le vocable «série francevillite-curiénite» pour les minéraux mixtes. Pourcentages théoriques correspondant à la formule Ba (UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> (VO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 5 H<sub>2</sub>O : BaO 15,38%, UO<sub>3</sub> 57,36%, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 18,24% et H<sub>2</sub>O 9,02%.



FRANCEVILLITE. Ensemble de cristaux translucides. RGM 12.914 de Mounana (Gabon) (x 13).

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La francevillite originale de Mounana est associée aux autres vanadates dans la zone d'oxydation de ce gisement (voir rubrique «curiénite»). A Kambove (Shaba), la francevillite est associée à la méta-torbernite sur un bloc de dolomie de la Série des Mines. Ce minéral est erronément décrit comme étant de la carnotite dans l'ouvrage «Les minéraux uranifères du Haut-Katanga», Les Amis du MRAC, Tervuren, pp. 66-67. Un encroûtement jaune de francevillite a également été trouvé sur une roche carbonatée de Musonoï, associé à de la malachite et de l'hétérogénite.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) BRANCHE, G., ROPERT, M.F., CHANTRET, F., MORIGNAT, B. et POUGET, R. (1957) - C.R. Acad. Sci. Paris, **245**, 89-91.
- (2) CESBRON, F. et MORIN, N. (1968) - Bull. Soc. fr. Min. Cristallogr., **91**, 453-459.
- (3) SHASHKIN, D.P. (1974) - Dokl. Akad. Nauk. SSSR, **220**, 1410-1413.

# SENGIERITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Vaes et Kerr (1949) (1)

*LOCALITE TYPE* : Luiswishi, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de Edgar Sengier (1879-1963), ancien Président de l'UMHK.

## DESCRIPTION

La sengiérite se présente en petits cristaux ne dépassant pas 2 mm, tabulaires sur (001). Ils ont la forme d'un losange dont les côtés sont les 4 faces de la forme  $\{110\}$ . L'angle entre (110) et  $(1\bar{1}0)$  vaut environ  $75^\circ$ . La pointe du losange est parfois tronquée par (010). Les formes  $\{011\}$ ,  $\{111\}$  et  $\{\bar{1}11\}$  sont souvent présentes. Le clivage  $\{001\}$  est parfait. La couleur est vert olive à vert jaunâtre et les cristaux sont transparents. La densité est de 4,05 et la dureté vaut 2,5.

## OPTIQUE

Les cristaux sont pléochroïques.  $\alpha = 1,77$  (vert-bleu),  $\beta = 1,94$  (vert olive) et  $\gamma = 1,97$  (vert pâle à incolore). Orientation optique :  $X \wedge c = 13^\circ 40'$  et  $Y = b$ .  $2V (-)$  compris entre  $37$  et  $39^\circ$ . La sengiérite n'est pas fluorescente aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE (3)

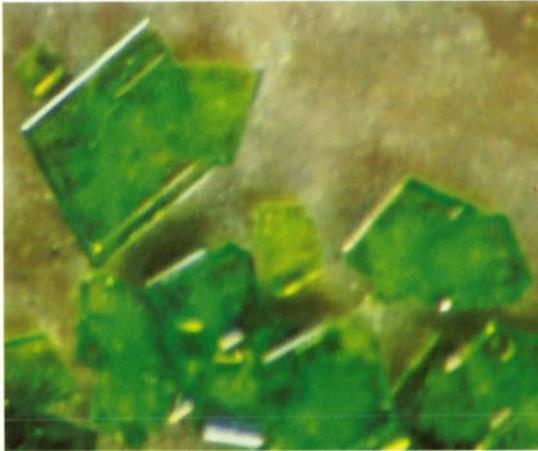
Système monoclinique. Groupe  $P2_1/a$ .  $a = 10,599$ ,  $b = 8,093$ ,  $c = 10,085 \text{ \AA}$  et  $\beta = 103,42^\circ$ .  $Z = 2$ . Type structural de la carnotite. Les feuilletts  $[(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_8]_n$  sont reliés par des groupes  $\text{Cu}_2\text{O}_{10}$  formés de 2 bipyramides tétraogonales partageant une arête. Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 8-398.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Vanadate hydraté d'uranyle et de cuivre. Pourcentages théoriques : CuO 8,14%,  $\text{UO}_3$  58,52%,  $\text{V}_2\text{O}_5$  18,61% et  $\text{H}_2\text{O}$  14,73%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La sengiérite originale de Luiswishi a été trouvée dans les fissures d'une roche talco-chloriteuse de la Série des Mines. Le minéral est accompagné d'oxydes noirs, de vandenbrandéite, de malachite et de chrysocolle. A Musonoï, la sengiérite est



Cristaux tabulaires de SENGIERITE.  
RGM 11.435 de Shinkolobwe (x 80).



SENGIERITE. Cristaux accolés à  
disposition fasciculée.  
RGM 2.777 de Luiswishi (x 64).

accompagnée de guilleminite, de kasolite, de malachite, de méta-torbernite et d'oxydes noirs, parfois de mottramite. A Shinkolobwe, enfin, le minéral est accompagné d'oxydes noirs, tandis qu'à Ruwe il est associé à de la méta-torbernite.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) VAES, J.F. et KERR, P.F. (1949) - Amer. Min., 34, 109-120.
- (2) GUILLEMIN, C. (1956) - Bull. Soc. fr. Min. Cristallogr., 79, 257-260.
- (3) PIRET, P., DECLERCQ, J.-P. et WAUTERS-STOOP, D. (1980) - Bull. Minéral., 103, 176-178.

## 8. LES SILICATES

### SODDYITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1922) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $(\text{UO}_2)_2 \text{SiO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de F. Soddy (1877-1956), chimiste anglais qui découvrit les isotopes.

#### DESCRIPTION

La soddyite se présente soit en bipyramides aiguës {111} terminées en pointe ou par des faces (001), soit en prismes allongés suivant [110]. Clivages {001} et {111} ; stries parallèles aux faces (001). Il existe aussi des variétés fibreuses ou massives. La couleur est variable : jaune ambre dans les variétés les plus transparentes; jaune canari pour les cristaux opaques. Une coloration noire fréquente est due à un recouvrement d'enduits d'oxydes de cobalt. La densité est de 4,70 et la dureté de 3,5.

#### OPTIQUE

La soddyite est faiblement pléochroïque, avec  $\alpha = 1,650$  (incolore),  $\beta = 1,685$  (jaune pâle) et  $\gamma = 1,712$  (jaune verdâtre pâle).  $2V (-) = 84^\circ$ . Orientation optique :  $X = c$ ,  $Y = b$  et  $Z = a$ . La soddyite est parfois faiblement fluorescente en orange aux UV.

#### CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial  $Fddd$  (3).  $a = 8,32$ ,  $b = 11,21$  et  $c = 18,71$  Å.  $Z = 8$ . La densité calculée pour  $Z = 8$  à partir de la formule  $\text{SiO}_2 \cdot 2 \text{UO}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  vaut 5,09 avec la composition théorique :  $\text{UO}_3$  85,62%,  $\text{SiO}_2$  8,99% et  $\text{H}_2\text{O}$  5,39%. Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 12-180.

#### COMPOSITION CHIMIQUE

Silicate hydraté d'uranyle. Pourcentages théoriques :  $\text{UO}_3$  86,24%,  $\text{SiO}_2$  7,25% et  $\text{H}_2\text{O}$  6,51%.



SODDYITE en cristaux trapus au sein d'un enchevêtrement d'aiguilles de SKLODOWSKITE.  
RGM 2.737 de Shinkolobwe (x 18).



SODDYITE. Plage de cristaux bipyramidés tronqués et lancéolés. Au centre, aiguille de CURITE.  
RGM 12.212 de Shinkolobwe (x 20).

#### GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La soddyite est courante à Shinkolobwe, associée principalement à la sklodowskite, la kasolite, la curite et la méta-torbernite, sous forme de cristaux bipyramidés. Elle y existe aussi sous forme massive, associée à la curite. A Musonoï et à Kalongwe, la soddyite est associée à la cuprosklodowskite et à la vandenbrandéite. On la trouve également à Kambove et à Luiswishi. La soddyite est particulièrement abondante à Swambo, associée à la sklodowskite et à des oxydes noirs.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1922) - C.R. Acad. Sci. Paris, 174, 1066.
- (2) BELOKONEVA, E.L. et *al.* (1979) - Dokl. Akad. Nauk. SSSR, 246, 93-96.
- (3) GORMAN, D.H. (1952) - Amer. Min., 37, 386-393.

## GRUPE STRUCTURAL DE L'URANOPHANE

Ce groupe est composé de silicates hydratés d'uranyle. Il est représenté au Zaïre par 4 minéraux : l'uranophane (Ca), la kasolite (Pb), la sklodowskite (Mg) et la cuprosklodowskite (Cu).

La structure est formée de feuillets parallèles dont la formule est:  $[(\text{UO}_2)(\text{SiO}_4)]_n$ . Ces feuillets sont disposés entre eux d'une manière qui diffère d'un minéral à l'autre. La figure 7 représente une partie d'un feuillet. On remarque que chaque groupe uranyle  $\text{UO}_2$  est entouré par 5 atomes d'oxygène qui forment un pentagone. Les pentagones partagent latéralement des arêtes avec 2 pentagones

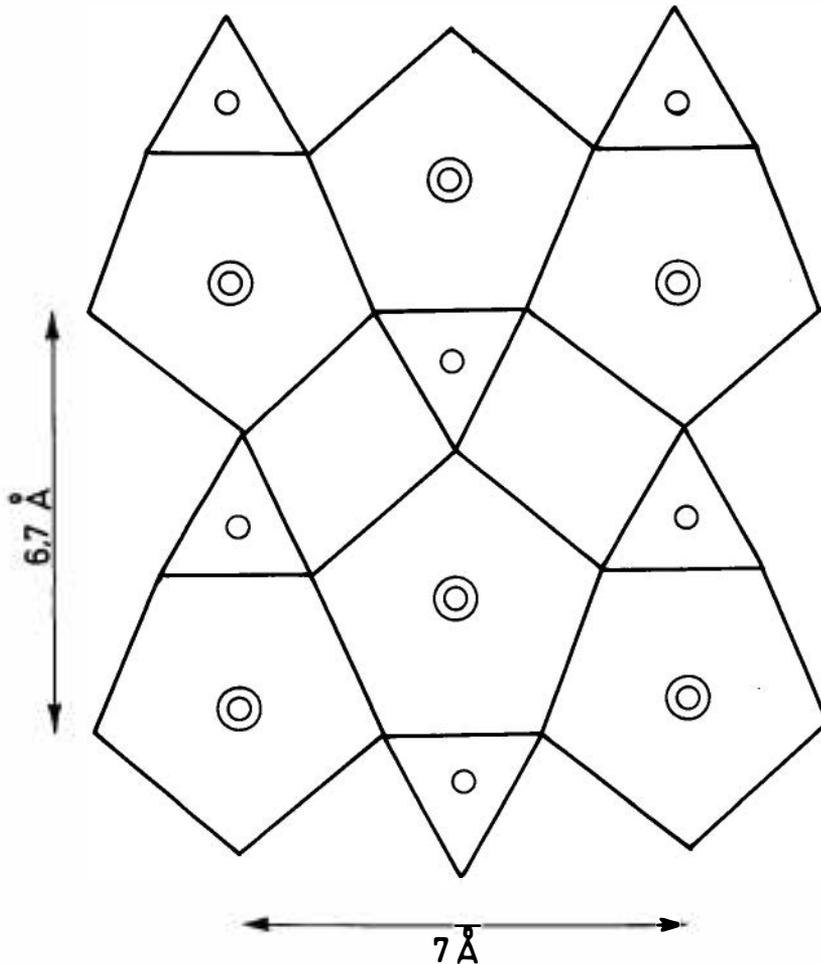


Fig. 7. - Schéma de la structure des feuillets dans les minéraux du groupe de l'uranophane. Les traits relient des atomes d'oxygène. Les doubles cercles représentent les groupes uranyle O-U-O. Les cercles simples représentent un atome de silicium ainsi qu'un atome d'oxygène qui complète l'entourage tétraédrique de Si.

voisins, formant ainsi une chaîne est-ouest. La périodicité dans cette direction vaut environ 7 Å. Ces différentes chaînes sont reliées entre elles par des groupes tétraédriques SiO<sub>4</sub>, l'ensemble constituant le feuillet. La périodicité dans la direction nord-sud est d'environ 6,7 Å.

## URANOPHANE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Websky (1853) (1)

*LOCALITE TYPE* : Kupferberg, Sibérie

*FORMULE* : Ca (H<sub>3</sub>O)<sub>2</sub>[(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>] · 3 H<sub>2</sub>O (2)

*NOMENCLATURE* : d'après uranium et *ψαινεσθαί* (apparaître).

### DESCRIPTION

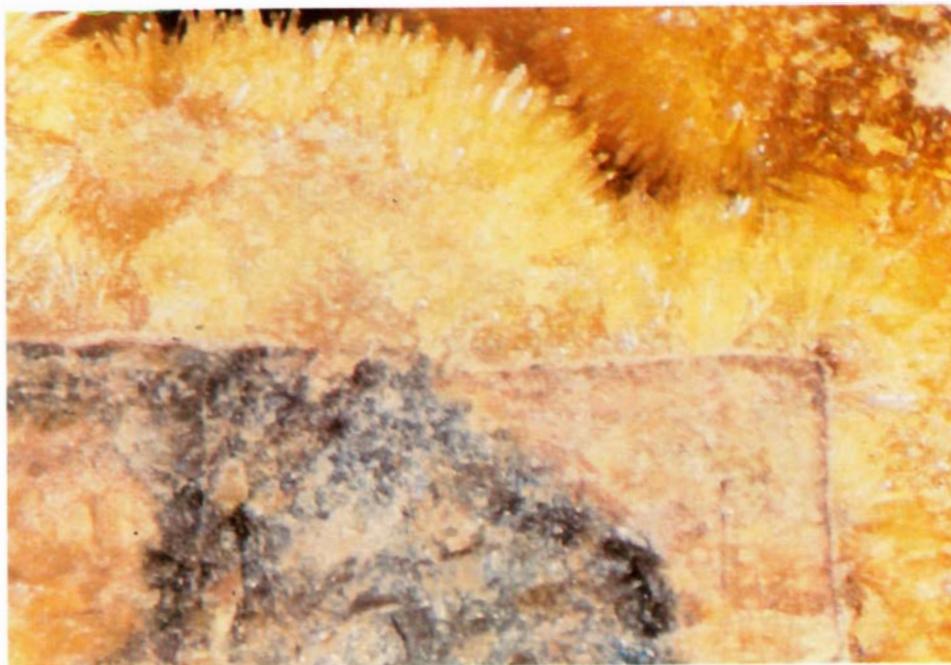
L'uranophane se présente en cristaux prismatiques aciculaires, parfois très fins, allongés suivant [010]. Le clivage {100} est parfait. Les prismes sont souvent terminés par une face oblique faisant un angle de 95° sur (100) et de 93° sur (001). La section est presque carrée. La couleur est assez variable : jaune citron à jaune paille, miel, jaune verdâtre. La zone axiale des aiguilles est parfois pigmentée en noir par des impuretés. Les présentations sont diverses : tapis de fines aiguilles enchevêtrées, houpes, nodules ressemblant à des oursins ou masses terreuses. La densité mesurée est de 3,83.

### OPTIQUE

L'uranophane est pléochroïque.  $\alpha = 1,641$  (jaune canari),  $\beta =$  (jaune pâle) et  $\gamma = 1,667$  (jaune canari).  $2V (-) = 37^\circ$ . Orientation optique :  $X = a$ ,  $Y \wedge c = 10^\circ$  et  $Z = b$ . Parfois fluorescente en vert pâle aux UV.

### CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique. Groupe spatial  $P2_1$ .  $a = 15,97$ ,  $b = 7,07$ ,  $c = 6,68$  Å et  $\beta = 97,3^\circ$ .  $Z = 2$ . Densité calculée = 3,89. Les feuillets (UO<sub>2</sub> SiO<sub>4</sub>)<sub>n</sub> sont reliés entre eux par les cations Ca<sup>++</sup>. Chaque atome de calcium est entouré par 8 atomes d'oxygène dont 3 appartiennent au feuillet. Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 8-442.



Cristal cubique d'URANINITE épigénisé en URANOPHANE.  
RGM 6.157 de Shinkolobwe (x 15).



URANOPHANE. Cristaux aciculaires  
disposés en piquants d'oursin.  
Ech. 1.146 de l'IRSNB. Provenance : Texas  
(USA) (x 24).



Touffes de cristaux aciculaires  
d'URANOPHANE.  
RGM 2.241 de Musonoi (x 7).

## COMPOSITION CHIMIQUE

Silicate hydraté d'uranyle et de calcium. Pourcentages théoriques : CaO 6,55%, UO<sub>3</sub> 66,80%, SiO<sub>2</sub> 14,04% et H<sub>2</sub>O 12,61%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'uranophane est un des minéraux secondaires d'uranium les plus répandus dans les gisements du Shaba méridional. On l'a récolté à Kalongwe, Kambove, Kolwezi, Luiswishi, Musonoï, Swambo et, bien entendu, à Shinkolobwe. Les feutrages d'aiguilles peuvent atteindre plusieurs cm et servent de support de cristallisation à d'autres minéraux uranifères. L'uranophane est préférentiellement associée aux oxydes hydratés d'uranium, à la kasolite et à la rutherfordine, à proximité de l'uraninite primaire. A Swambo et à Kolwezi, l'uranophane est fréquemment associée à la soddyite.

## REMARQUE

Il existe une autre variété d'uranophane ( $\beta$ ) qui a été découverte en 1935 par Novacek en Bohême et signalée depuis dans de nombreux gisements. Ce minéral, de même composition que l'uranophane, n'a pas été signalé au Zaïre.

On note également des discussions à propos des termes uranophane et uranotile. Certains auteurs utilisent le terme uranotile pour désigner le silicate d'U-Ca. Il semble admis actuellement que les deux termes désignent un même minéral et que le nom uranophane a la priorité chronologique.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) WEBSKY (1853) - Deutsche Geol. Gezell. Zeitschr., 5, 427.
- (2) SMITH JR., D.K., GRUNER, J.W. et LIPSCOMB, W.N. (1957) - Amer. Min., 42, 594-618.

# KASOLITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1921) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $\text{Pb} [(\text{UO}_2)(\text{SiO}_4)] \cdot \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : d'après la localité de Kasolo (Shaba méridional), actuellement Shinkolobwe.

## DESCRIPTION

La kasolite cristallise en prismes allongés pouvant atteindre 1/2 centimètre de longueur. Les cristaux, de couleur jaune ambre à brunâtre, sont opaques ou translucides, plus rarement transparents. Ils peuvent être colorés en noir par des impuretés telles que l'hydroxyde de cobalt. Les formes les plus fréquentes sont  $\{100\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{110\}$  et  $\{111\}$ . Les cristaux sont allongés suivant  $[010]$  et souvent aplatis sur  $(001)$ . Il existe des groupements polysynthétiques et des assemblages en gerbes de cristaux trapus. Les cristaux sont généralement ancrés sur un support mais il existe aussi des cristaux isolés à double terminaison. Des cristaux de quartz sont parfois épigénisés par de la kasolite. La densité mesurée est comprise entre 5,83 et 6,5.

## OPTIQUE

La kasolite n'est pas pléochroïque.  $\alpha = 1,90$ ,  $\beta = 1,91$  et  $\gamma = 1,95$ .  $2V(+)$  =  $43^\circ$ . Orientation optique :  $X = b$  et  $Z \wedge c = 1/2^\circ$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE (3)

Système monoclinique. Groupe spatial  $P2_1/a$ .  $a = 13,252$ ,  $b = 6,932$ ,  $c = 6,704$  Å,  $\beta = 104,22^\circ$ .  $Z = 4$ . Les feuilletts  $[\text{UO}_2\text{SiO}_4]_n$  sont reliés par les cations  $\text{Pb}^{2+}$ . Chaque atome de plomb est entouré par 9 atomes d'oxygène. Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 12-210.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Silicate hydraté d'uranyle et de plomb. Pourcentages théoriques : PbO 38,01%,  $\text{UO}_3$  48,7%,  $\text{SiO}_2$  10,23% et  $\text{H}_2\text{O}$  3,06%.



Association de cristaux de KASOLITE (à droite) et de CURITE (à gauche). RGM 2.726 de Shinkolobwe (x 32).

KASOLITE. Ensemble de cristaux à disposition radiée. RGM 2.730 de Shinkolobwe (x 5).

KASOLITE. Cristaux transparents terminés. RGM 2.726 de Shinkolobwe (x 54).

Prisme de QUARTZ épigénisé en KASOLITE massive. RGM 3.156 de Shinkolobwe (x 20).



## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La kasolite est très commune à Shinkolobwe où le faciès en gerbe de cristaux divergents est le plus fréquent. Le minéral est associé préférentiellement à l'uranophane, à la curite et aux phosphates d'uranyle. La kasolite a également été signalée dans les gisements de Menda, de Swambo, de Luiswishi, de Kambove, de Kalongwe et de Musonoï.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1921) - C.R. Acad. Sci. Paris, 173, 1476.
- (2) HUYNEN, A.-M., PIRET-MEUNIER, J. et VAN MEERSSCHE, M. (1963) - Bull. Acad. roy. Belgique, Cl. Sci., 5<sup>e</sup> série, 49, 192-201.
- (3) ROSENZWEIG, A. et RYAN, R.R. (1977) - Cryst. Struct. Comm., 6, 617-621.

# SKLODOWSKITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Schoep (1924) (1)

*LOCALITE TYPE* : Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $Mg (H_3O)_2 [(UO_2)_2(SiO_4)_2] \cdot 4 H_2O$  (2)

*NOMENCLATURE* : en l'honneur de Marie Sklodowska-Curie, prix Nobel de physique en 1904 et de chimie en 1911.

## DESCRIPTION

La sklodowskite se présente en cristaux aciculaires allongés suivant [010]. Les formes sont {001}, {100}, {301} et {011}. La couleur est jaune pâle à jaune verdâtre clair, parfois blanchâtre. Les aiguilles sont groupées en sphérules fibroradiées ou en houppes, parfois sous forme de flocons blancs. Il existe également des feutrages ainsi que des variétés massives épigénisant des cubes d'uraninite. La sklodowskite se confond très facilement avec l'uranophane. La densité est de 3,64 et la dureté est comprise entre 2 et 3.

## OPTIQUE

Les cristaux aciculaires transparents sont fortement pléochroïques.  $\alpha = 1,613$  (incolore),  $\beta = 1,635$  (jaune pâle) et  $\gamma = 1,657$  (jaune vif). 2V (-) grand. Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.



SKLODOWSKITE. Aiguilles transparentes à disposition fibroradiée.  
RGM 5.351 de Shinkolobwe (x 12).



Cubes d'URANINITE épigénisés en SKLODOWSKITE massive.  
Ech. ULg. 30.987 de Shinkolobwe (x 5).

## CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique. Groupe spatial  $C2/m$ .  $a = 17,382$ ,  $b = 7,047$ ,  $c = 6,610$  Å et  $\beta = 105,9^\circ$ .  $Z = 2$ . La structure est formée par des feuillets parallèles  $(UO_2SiO_4)_n$  reliés par des cations  $Mg^{++}$ . Le polyèdre de coordination autour de l'ion Mg est un octaèdre formé par 2 atomes d'oxygène des groupes  $SiO_4$  et par 4 molécules d'eau. Le spectre de poudre est mentionné sur la fiche JCPDS 8-447.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Silicate hydraté d'uranyle et de magnésium. Pourcentages théoriques : MgO 4,70%,  $UO_3$  66,63%,  $SiO_2$  14,00% et  $H_2O$  14,67%.

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La sklodowskite de Shinkolobwe est associée aux oxydes hydratés d'uranium (becquerelite, billietite, schoepite, curite), aux silicates d'uranyle et à la rutherfordine. A Kalongwe, la sklodowskite fait partie d'une paragenèse de minéraux secondaires d'uranium et de cuivre, tels que la cuprosklodowskite et la vandenbrandéite. Le minéral a également été trouvé à Luiswishi, à Musonoï et à Swambo.

En 1923, Schoep avait décrit la chinkolobwite de Shinkolobwe. Ce minéral s'est avéré par la suite être identique à la sklodowskite. En toute logique, c'est ce premier nom qui aurait dû être conservé, puisque chronologiquement antérieur à la sklodowskite.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHOEP, A. (1924) - C.R. Acad. Sci. Paris, 179, 413.
- (2) RYAN, R.R. et ROSENZWEIG, A. (1977) - Cryst. Struct. Comm., 6, 611-615.



SKLODOWSKITE. Nodules fibroradiés sphériques.  
Ech. ULg. 19.213 de Shinkolobwe (x 16).

# CUPROSKLODOWSKITE

*DESCRIPTION ORIGINALE* : Vaes (1933) (1)

*LOCALITE TYPE* : Kalongwe, Shaba, Zaïre

*FORMULE* :  $\text{Cu} [(\text{UO}_2)_2(\text{SiO}_3 \text{ OH})_2] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  (2)

*NOMENCLATURE* : par analogie avec la sklodowskite dont le magnésium est ici remplacé par du cuivre.

## DESCRIPTION

Le minéral se présente soit en agrégats de cristaux aciculaires enchevêtrés, soit en houppes fibroradiées, plus rarement en croûtes mamelonnées à texture fibreuse. La couleur est vert pâle, vert olive ou émeraude. Les cristaux sont allongés suivant [100]. Les formes observées sont {001}, {011}, {010}, { $\bar{1}11$ }, {110}, { $\bar{1}20$ } et { $\bar{2}10$ }. Les macles sont fréquentes, soit avec un axe [100] et un plan de jonction (010), soit avec un plan ( $\bar{2}10$ ). (3). La densité est de 3,83 et la dureté de 3,5.

## OPTIQUE

Le minéral est pléochroïque : jaune verdâtre suivant l'allongement et bleu perpendiculairement.  $\alpha = 1,655$ ,  $\beta = \gamma = 1,667$ . Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

## CRISTALLOGRAPHIE

Système triclinique avec  $a = 7,052$ ,  $b = 9,267$ ,  $c = 6,665 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = 109,23^\circ$ ,  $\beta = 89,84^\circ$  et  $\gamma = 110,01^\circ$ . Groupe spatial  $P\bar{1}$ .  $Z = 2$ . La cuprosklodowskite présente une structure en feuillets parallèles constitués par des ions  $(\text{UO}_2 \cdot \text{SiO}_3 \cdot \text{OH})_n$  unis entre eux par des cations  $\text{Cu}^{++}$ . Le polyèdre de coordination autour du cuivre est une bipyramide tétragonale formée par 6 atomes d'oxygène. Deux spectres de poudre sont mentionnés sur les fiches JCPDS 8-290 et 19-413.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Silicate hydraté d'uranyle et de cuivre. Pourcentages théoriques : CuO 8,86%,  $\text{UO}_3$  63,72%,  $\text{SiO}_2$  13,38% et  $\text{H}_2\text{O}$  14,04%.



CUPROSKLODOWSKITE. Cristaux aciculaires à disposition radiée dans une géode à paroi de MALACHITE.  
RGM 2.238 de Shinkolobwe (x 6).



CUPROSKLODOWSKITE. Cristaux striés parallèlement à l'allongement et terminés en pointe.  
RGM. 11.401 de Musonoi (x 25).

## GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cuprosklodowskite a été trouvée dans la plupart des gisements cupro-cobaltifères du Shaba méridional : Kalongwe, Kambove, Kasompi, Kolwezi, Luiswishi, Musonoï et Shinkolobwe. Les associations les plus fréquentes sont : la vandenbrandéite, la kasolite et la sklodowskite. La cuprosklodowskite apparaît dans la zone des silicates d'uranium, là où la minéralisation primaire (uraninite) est accompagnée de sulfures de cuivre.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) VAES, J.F. (1933) - Ann. Soc. Géol. Belgique, 56, 331-332.
- (2) ROSENZWEIG, A. et RYAN, R.R. (1975) - Amer. Min., 60, 448-453.
- (3) MELON, J. et DEJACE, J. (1959) - Bull. Acad. roy. Belgique, Cl. Sci., 507-515.

## 9. MINERAUX DISCREDITES, VARIETES MINERALES ET ESPECES NON DECRITES DANS L'OUVRAGE

CHINKOLOBWITE : espèce discréditée, identique à la sklodowskite.

CHALCOLITE : synonyme de torbernite.

DEWINDTITE : minéral du groupe de la phosphuranylite dont les propriétés cristallographiques sont voisines de celles de la renardite. La dewindtite renferme plus de plomb que la renardite.

DIDERICHITE : espèce discréditée, identique à la rutherfordine.

DROOGMANSITE : espèce discréditée, identique à la kasolite.

EPI-IANTHINITE : variété aciculaire de schoepite.

IRIGINITE : molybdate d'uranium résultant de l'altération de l'umohoïte. L'iriginite constitue plutôt une famille de produits secondaires qui se présentent en enduits pulvérulents jaunes à verdâtres.

PECHBLENDE : uraninite oxydée cryptocristalline.

STASITE : espèce discréditée, synonyme de dewindtite.

URANOPILITE et ZIPPEITE : sulfates d'uranyle qui se présentent en enduits pulvérulents de couleur jaune. L'uranopilite est particulièrement fluorescente aux rayons UV. Ces deux minéraux se forment de manière tout à fait secondaire et sont fréquents dans les travaux miniers récents (parois de galeries, boisages).

URANOTILE : synonyme d'uranophane.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude aux responsables de collections minéralogiques qui leur ont permis d'étudier le matériel de référence dont ils disposaient : Messieurs les Professeurs P. Bourguignon (ULg), R. Maréchal (RUG), J. Michot (ULB), J. Moreau (UCL), ainsi que le Dr. R. Van Tassel (IRSNB). M. P du Ry, collectionneur privé a aimablement prêté certains échantillons exceptionnels dont les photos figurent dans l'ouvrage.

Ils remercient sincèrement M. J. Delhal qui a suivi leur travail tout au long de son élaboration, MM. L. Cahen (Directeur honoraire du MRAC) et M. A. François (UMHK) pour leurs conseils éclairés concernant l'introduction géologique et métallogénique, ainsi que Madame M. Dedoncker, qui a réalisé la photocomposition du texte.