

**INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE
KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT VOOR NATUURWETENSCHAPPEN
KONINKLIJK MUSEUM VOOR MIDDEN-AFRIKA, TERVUREN, BELGIE
MUSEE ROYAL DE L'AFRIQUE CENTRALE, TERVUREN, BELGIQUE**

**LES MINERAUX SECONDAIRES
D'URANIUM DU ZAÏRE
DEUXIEME COMPLEMENT**



**M. DELIENS
P. PIRET
E. VAN DER MEERSCHE**

1990

**LES MINERAUX SECONDAIRES
D'URANIUM DU ZAÏRE**

DEUXIEME COMPLEMENT

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE
KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT VOOR NATUURWETENSCHAPPEN
KONINKLIJK MUSEUM VOOR MIDDEN-AFRIKA, TERVUREN, BELGIE
MUSEE ROYAL DE L'AFRIQUE CENTRALE, TERVUREN, BELGIQUE

**LES MINERAUX SECONDAIRES
D'URANIUM DU ZAÏRE
DEUXIEME COMPLEMENT**

Michel DELIENS

Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

Paul PIRET

Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve

Eddy VAN DER MEERSCHE

Mineralcolor vzw, Gent

1990

D/1990/0254/0

TABLE DES MATIERES

| | Pages |
|--|-------|
| INDEX ALPHABETIQUE DES MINERAUX DECRITS DANS LE PREMIER OUVRAGE ET DANS LES COMPLEMENTS | VIII |
| INTRODUCTION | 1 |
| LES MINERAUX SECONDAIRES D'URANIUM | 2 |
| Les oxydes hydratés | 2 |
| Groupe structural de la becquerelite | 3 |
| Fourmariérite | 3 |
| Protasite | 4 |
| Les carbonates | 6 |
| Roubaultite | 7 |
| Liebigite | 9 |
| Kamotoïte-(Y) | 11 |
| Shabaïte-(Nd) | 14 |
| Astrocyanite-(Ce) | 18 |
| Les phosphates | 21 |
| Furongite | 22 |
| Moreauïte | 24 |
| Groupe structural de la phosphuranylite-dumontite | 26 |
| Phosphuranylite | 26 |
| Dewindtite | 26 |
| Renardite | 29 |
| Dumontite | 29 |
| Althupite | 31 |
| Françoisite-(Nd) | 33 |
| Les vanadates | 35 |
| Carnotite | 35 |
| REMERCIEMENTS | 39 |

**INDEX ALPHABETIQUE DES MINERAUX DECRITS DANS LE PREMIER
OUVRAGE ET DANS LES COMPLEMENTS**

| | | | | | |
|----------------------|-------|--------|--------------------|-------|--------|
| Althupite | | III 31 | Phosphuranylite | I 79 | III 26 |
| Astrocyanite-(Ce) | | III 18 | Phuralumite | I 87 | |
| Autunite | I 69 | | Phurcalite | I 85 | |
| Becquerelite | I 21 | II 8 | Protasite | | III 4 |
| Bijvoetite-(Nd) | | II 10 | Ranunculite | I 66 | |
| Billietite | I 23 | | Renardite | I 83 | III 29 |
| Carnotite | | III 35 | Richetite | I 41 | II 3 |
| Cuprosklodowskite | I 110 | | Roubaultite | I 18 | III 7 |
| Curiénite | I 93 | | Rutherfordine | I 48 | |
| Curite | I 11 | | Saléeite | I 74 | |
| Demesmaekerite | I 59 | II 19 | Sayrite | | II 4 |
| Derriksité | I 55 | II 18 | Shabaïte-(Nd) | | III 14 |
| Dewindtite | | III 26 | Schmitterite | I 50 | |
| Dumontite | I 81 | III 29 | Schoepite | I 28 | |
| Fourmariérite | I 31 | III 3 | Sengiérite | I 97 | |
| Francevillite | I 95 | | Sharpite | I 43 | |
| Françoisite-(Nd) | | III 33 | Sklodowskite | I 107 | |
| Furongite | | III 22 | Soddyite | I 99 | |
| Guilleminite | I 52 | | Studtite | I 15 | |
| Ianthinite | I 26 | | Swamboïte | | II 34 |
| Kamitugaïte | | II 20 | Threadgoldite | I 76 | II 24 |
| Kamotoïte-(Y) | | III 11 | Torbernite | I 71 | |
| Kasolite | I 105 | | Triangulite | | II 22 |
| Lepersonnite-(Gd) | | II 13 | Umohoïte | I 61 | |
| Liebigite | | III 9 | Upalite | I 89 | II 24 |
| Marthozite | I 57 | | Urancalcarite | | II 16 |
| Masuyite | I 37 | II 9 | Uraninite | I 9 | |
| Méta-studtite | | II 6 | Uranophane | I 102 | II 30 |
| Méta-tyuyamunite | | II 27 | Vandenbrandéite | I 13 | |
| Méta-vanmeersscheite | | II 25 | Vandendriesschéite | I 38 | II 10 |
| Moreauïte | | III 24 | Vanmeersscheite | | II 25 |
| Mundite | I 90 | | Wölsendorfite | I 34 | |
| Oursinite | | II 31 | Wyartite | I 45 | |
| Parsonsite | I 64 | | | | |

INTRODUCTION

Ce second complément fait suite à la première édition de «Les minéraux secondaires d'uranium du Zaïre» (1981) (1) et au complément paru en 1984 (2). Les travaux de détermination de nouvelles espèces ont été poursuivis tant dans la pegmatite à béryl et à colombite de Kobokobo, au Kivu, que dans les gîtes cupro-cobaltifères du Shaba méridional. Dans cette dernière région notamment, l'extension des travaux miniers dans le gisement de Kamoto-Est a permis la découverte d'une intéressante association de minéraux secondaires d'uranium renfermant des terres rares et du cuivre, parmi lesquels 4 nouvelles espèces ont déjà été acceptées par l'Association Minéralogique Internationale et publiées: l'astrocyanite-(Ce), la francoisite-(Nd), la kamotoïte-(Y) et la shabaïte-(Nd). L'examen d'échantillons d'autres gîtes du Shaba a conduit à la découverte d'espèces nouvelles pour ces gisements ou pour le Zaïre. Figurent également dans cet ouvrage les nouvelles données relatives à des espèces anciennes; elles se rapportent à des précisions dans la composition chimique ou dans les propriétés physiques et à la détermination de leur structure cristalline.

REFERENCES

- (1) DELIENS, M., PIRET, P. & COMBLAIN, G. (1981) - Les minéraux secondaires d'uranium du Zaïre. Editions du Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique, 113 pp.
- (2) DELIENS, M., PIRET, P. & COMBLAIN, G. (1984) - Les minéraux secondaires d'uranium du Zaïre. Editions du Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique, 37 pp.

LES MINERAUX SECONDAIRES D'URANIUM

LES OXYDES HYDRATES

La protasite, nouvelle espèce minérale, a été découverte par une équipe de chercheurs américains. Il s'agit de l'équivalent au baryum de la fourmariérite (Pb).

L'échantillon type de roubaultite, conservé à l'Ecole des Mines de Paris, a été réexaminé. Une nouvelle analyse chimique a mis en évidence la présence de CO₂, ce qui range dorénavant ce minéral dans la classe des carbonates. Sa structure cristalline a en outre été déterminée. Une seconde occurrence de roubaultite a été signalée à Kamoto, dans la nouvelle carrière Kamoto-Oliveira-Virgule (K.O.V.). Les cristaux de ce gisement ont été trouvés en plus grand nombre et sont de meilleure qualité que ceux de l'échantillon original.

La structure cristalline de la fourmariérite a été déterminée à partir de cristaux de la mine de Shinkolobwe.

FOURMARIERITE

NOUVELLES DONNEES

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

CRISTALLOGRAPHIE

La structure cristalline a été déterminée et les dimensions de la maille ont été recalculées. Système orthorhombique. Groupe spatial $Bb2_1m$. $a = 13,986$, $b = 16,400$, $c = 14,293 \text{ \AA}$ et $Z = 8$. La structure cristalline est constituée de feuillets $[(\text{UO}_2)_4\text{O}_3(\text{OH})_4]^{4n-}$ reliés entre eux par des groupes Pb_2O_{14} et des molécules d'eau.



Fig. 1. FOURMARIERITE. Cristal tabulaire à contour hexagonal, aplati sur (001). Provenance: Shinkolobwe, Shaba. Collection R. Van Dooren (x40).

BIBLIOGRAPHIE

- (1) PIRET, P. (1985) - Structure cristalline de la fourmariérite $Pb_2(UO_2)_4O_3(OH)_4 \cdot 4 H_2O$. Bulletin Minéralogique, **108**, 659-665.

PROTASITE

DESCRIPTION ORIGINALE: Pagoaga *et al.* (1986) (1)

LOCALITE TYPE: Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

HOLOTYPE: NMNH 150832 du Department of Mineral Sciences, Smithsonian Institution, Washington D.C., USA

FORMULE: $Ba[(UO_2)_3O_3(OH)_2] \cdot 3 H_2O$

NOMENCLATURE: en l'honneur du Professeur Jean Protas de l'Université de Nancy

DESCRIPTION

La protasite se présente en tablettes pseudo-hexagonales transparentes d'une vive couleur orange. Les cristaux qui atteignent 0,5 mm dans l'allongement pour une épaisseur de 0,1 mm sont aplatis sur {010}, qui constitue également un plan de clivage aisé. La densité calculée est de 5,83 pour la formule idéale.

OPTIQUE

Biaxe négatif ($2V = 60$ à 65°) avec β et γ compris entre 1,79 et 1,83. Aucun pléochroïsme dans le plan des tablettes. Orientation optique: l'axe b est perpendiculaire au plan et parallèle à la bissectrice aigüe de l'angle des axes optiques. Le minéral n'est pas fluorescent aux UV de courtes et de grandes longueurs d'onde.

CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique. Groupe spatial Pn , $a = 12,295$, $b = 7,221$, $c = 6,956$ Å, $\beta = 90,42^\circ$ et $Z = 2$. La structure cristalline a été déterminée (Pagoaga *et al.*, 1987) (2). Le minéral appartient au groupe structural de la becquerelite dont il constitue le modèle le plus simple. Il s'agit d'une alternance de feuillets d' U_3O_8 et de feuillets contenant le baryum.

COMPOSITION CHIMIQUE

Oxyde hydraté d'uranyle et de baryum. Pourcentages théoriques: BaO 14,15%, UO₃ 79,20% et H₂O 6,65%. Insoluble à froid dans l'acide chlorhydrique.

GISEMENT ET ASSOCIATIONS

La protasite a été découverte sur un échantillon provenant du gisement de Shinkolobwe. Elle est associée à l'uraninite et à l'uranophane sur une matrice à grain fin non précisée par les auteurs (1).

DIAGNOSE

Le minéral ressemble très fort à la fourmariérite dont il se distingue par sa couleur orange vif et par la position isolée des tablettes [la fourmariérite se présente plus généralement en agrégats de cristaux parallèles (1)]. En fait, la protasite doit être très semblable aux oxydes hydratés d'uranyle et de plomb: fourmariérite, masuyite et wölsendorfite. Les spectres de diffraction X étant également très proches, seule la mise en évidence du baryum permet de diagnostiquer la protasite avec certitude. Elle se distingue alors de l'autre oxyde de baryum, la billietite, par sa couleur orange.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) PAGOAGA, M.K., APPLEMAN, D.E. & STEWART, J.M. (1986) - A new barium uranyl oxide hydrate mineral, protasite. *Mineralogical Magazine*, **50**, 125-128.
- (2) PAGOAGA, M.K., APPLEMAN, D.E. & STEWART, J.M. (1987) - Crystal structure and crystal chemistry of the uranyl oxide hydrates becquerelite, billietite and protasite. *American Mineralogist*, **72**, 1230-1238.

LES CARBONATES

Les nouvelles données sur la roubaultite, annoncées dans la rubrique des oxydes, sont présentées ci-dessous.

La liebigite qui n'avait pas encore été signalée au Zaïre a été reconnue sur un échantillon provenant de Shinkolobwe.

Les principales nouveautés concernent le gisement de Kamoto-Est. Lors de l'extension des travaux miniers, une poche uranifère a été mise à jour. La mise en remblai provisoire avant l'exploitation du minerai pour en extraire le cuivre, a permis à des amateurs locaux d'échantillonner le site. Leur attention a été attirée par des minéraux secondaires vivement colorés dont la plupart ne leur rappelait aucune espèce recensée au Shaba. L'étude ultérieure de ces minéraux au laboratoire a confirmé cette première impression. Une série de spectres de diffraction X inconnus a été obtenue. L'analyse chimique a montré qu'il s'agissait de minéraux secondaires d'uranium et de terres rares, avec éventuellement du cuivre. Trois carbonates, acceptés comme espèces nouvelles par l'Association Minéralogique Internationale sont décrits dans cette rubrique: l'astrocyanite-(Ce), la kamotoïte-(Y) et la shabaïte-(Nd). S'il est courant de découvrir des espèces minérales nouvelles, il est par contre exceptionnel de disposer d'un matériel aussi abondant et de si bonne qualité. Certaines plages de tablettes jaunes de kamotoïte par exemple, atteignent plusieurs dizaines de centimètres carrés.

ROUBAULTITE

DONNEES COMPLEMENTAIRES

NOUVELLE OCCURRENCE: Kamoto, Shaba (1)

FORMULE: $\text{Cu}_2(\text{UO}_2)_3(\text{CO}_3)_2\text{O}_2(\text{OH})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ (2)

DESCRIPTION ET ASSOCIATIONS

A Kamoto, la roubaultite se présente en plaquettes empilées vert jaunâtre atteignant 7 mm de diamètre et en prismes millimétriques vert pomme, isolés ou inter-pénétrés, parallèles à [010]. L'éclat est gras pour les tablettes et vitreux pour les prismes. L'espèce minérale est nettement plus abondante qu'à Shinkolobwe, localité type.

L'association à Kamoto est constituée de becquerelite, uranophane, kasolite, soddyite, studtite et métatorbernite.

CRISTALLOGRAPHIE

La détermination de la structure (2) montre que la roubaultite est constituée d'une alternance de chaînes d'octaèdres déformés $[\text{Cu}(\text{O}, \text{OH}, \text{H}_2\text{O})_6]$, de dipyramides hexagonales $[\text{UO}_6]$ et de dipyramides pentagonales $[\text{UO}_6(\text{OH})]$, parallèles à [010] et reliées entre elles par des liens hydrogènes.

Système triclinique, groupe spatial $P1$. $a = 7,767$, $b = 6,925$, $c = 7,850 \text{ \AA}$, $\alpha = 92,16$, $\beta = 90,89$, $\gamma = 93,48^\circ$ et $Z = 1$.

COMPOSITION CHIMIQUE

Carbonate hydraté d'uranyle et de cuivre. Pourcentages théoriques: CuO 10,92%, UO_3 73,77%, CO_2 7,57% et H_2O 7,74%. Le minéral réagit avec effervescence dans l'acide chlorhydrique dilué.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. (1989) - Occurrence de roubaultite à Kamoto (Shaba, Zaïre). Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre, **58**, 295-296.
- (2) GINDEROW, D. & CESBRON, F. (1985) - Structure de la roubaultite, $\text{Cu}_2(\text{UO}_2)_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$. Acta Crystallographica, **641**, 654-657.



Fig. 2. ROUBAULTITE. Prisme allongé parallèlement à [010].
Provenance: Kamoto, carrière KOV. Ech. IRSNB RC 3540
(x36).

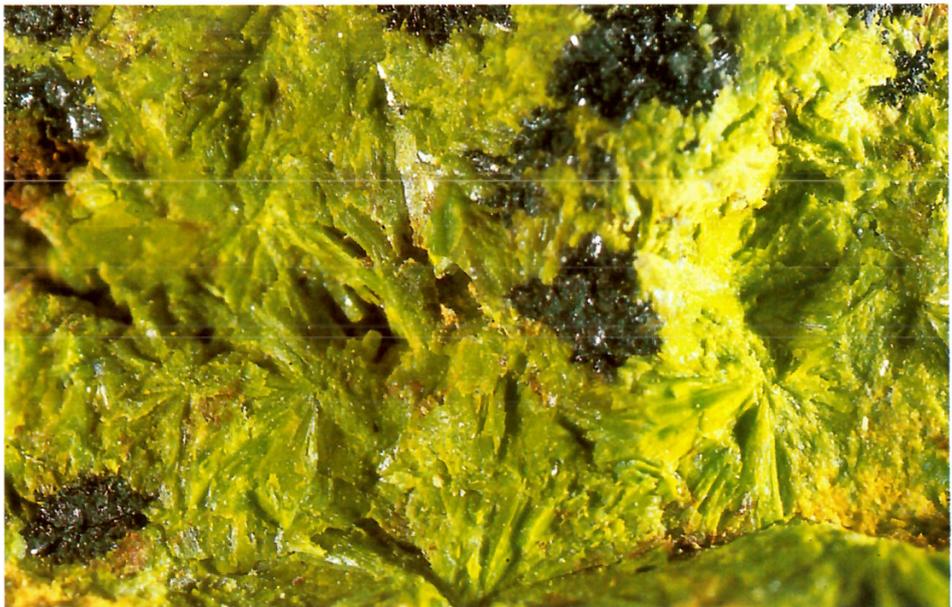


Fig. 3. ROUBAULTITE. Empilement de paillettes à l'éclat gras. Provenance: Kamoto, carrière
KOV, Shaba. Ech. IRSNB RC 3663 (x12).

LIEBIGITE

DESCRIPTION ORIGINALE: Smith (1848) (1)

LOCALITE TYPE: Adrianople, Turquie

OCCURENCE ZAIROISE: Shinkolobwe, Shaba

FORMULE: $\text{Ca}_2\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

NOMENCLATURE: en l'honneur du chimiste allemand Justus Liebig (1803-1873)

AVANT-PROPOS

La liebigite a été trouvée sur un échantillon de Shinkolobwe sous la forme d'une mince croûte mamelonnée jaune pâle à éclat gras et fortement fluorescente aux UV. L'identification du minéral a été faite par diffraction X, par la mesure des indices de réfraction et par analyse chimique qualitative (2).

La description, les propriétés optiques et cristallographiques ainsi que la composition chimique reprises ci-dessous se rapportent à des données de la littérature minéralogique (Hintze, Strunz et Dana).

DESCRIPTION

La liebigite se présente en cristaux prismatiques vert jaunâtre à jaune verdâtre, translucides à transparents, à l'éclat vitreux ou nacré. Les cristaux trapus [001] ont souvent un contour arrondi. Ils forment des croûtes granulaires (c'est le cas à Shinkolobwe) ou écailleuses, parfois botryoïdales.

OPTIQUE

Biaxe positif, $2V = 40^\circ$, $\gamma = 1,538$, $\beta = 1,502$ et $\alpha = 1,497$. Le pléochroïsme est jaune pâle à incolore. Il existe une forte fluorescence en vert aux UV de courtes et de grandes longueurs d'onde.

CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial $Bba2$. $a = 16,71$, $b = 17,55$, $c = 13,79 \text{ \AA}$ et $Z = 8$. La structure a été déterminée (3).

COMPOSITION CHIMIQUE

Carbonate hydraté de calcium et d'uranyle. Pourcentages théoriques: CaO 15,79%, UO₃ 40,26%, CO₂ 18,59% et H₂O 25,36%. Forte effervescence à froid avec l'acide chlorhydrique dilué.

GISEMENT ET ASSOCIATION

A Shinkolobwe, la liebigite participe à une association de wyartite en tablettes jaunes et noires, de schoepite en cristaux trapus jaune citron, de wölsendorfite en tablettes orange et de wulfénite miel. L'ensemble constitue un encroûtement sur un bloc d'uraninite partiellement épigénisé en uranophane.

DIAGNOSE

C'est le seul carbonate d'uranyle du gîte (effervescence à l'HCl) qui soit intensément fluorescent aux UV.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) SMITH, J.L. (1848) - American Journal of Science, **5**, 336.
- (2) DELIENS, M. (1985) - Une occurrence de liebigite, carbonate d'uranyle et de calcium, à Shinkolobwe, Shaba, Zaïre. Rapport annuel 1983-1984 du Département Géol. Min. du Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique, 79-80.
- (3) APPLEMAN, D.E. (1956) - Amer. Min. Soc. Progr., 20.

KAMOTOÏTE-(Y)

DESCRIPTION ORIGINALE: Deliens & Piret (1986) (1)

LOCALITE TYPE: Kamoto Est, Shaba, Zaïre

HOLOTYPE: R.G.M. 14.024 et 14.350 de la collection minéralogique du MRAC,
Tervuren

FORMULE: $4\text{UO}_3 \cdot (\text{TR})_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CO}_2 \cdot 14,5\text{H}_2\text{O}$

NOMENCLATURE: d'après la mine de Kamoto, lieu de la découverte

DESCRIPTION

La kamotoïte-(Y) se présente en longues lattes transparentes à translucides de couleur jaune citron pouvant atteindre 1 cm de longueur. Les tablettes constituent des assemblages radiés, flabelliformes ou parallèles. Lorsque le minéral se déshydrate, il s'opacifie et la couleur perd de son intensité. Les tablettes sont aplaties sur (010) et allongés suivant [100]. La terminaison en pointe est constituée des arêtes [100] et [101] formant un angle de 35°. Le clivage {010} est très marqué et le {001} est net. Les macles par réflexion dans (001) apparaissent fréquemment. La densité mesurée est de 3,93 et les tablettes sont très sectiles.

OPTIQUE

Au microscope polarisant, les cristaux présentent un pléochroïsme intense jaune vif à incolore. La kamotoïte-(Y) est biaxe négative ($2V = 87^\circ$), avec γ (jaune vif) = 1,731, β (jaune verdâtre pâle) = 1,667 et α (incolore) = 1,604. Orientation optique: $X = b$, $Y \wedge c = 25^\circ$ et $Z = a$. Pas de fluorescence aux UV.

CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique. Groupe spatial $P2_1/a$ avec $a = 21,22$, $b = 12,93$, $c = 12,39 \text{ \AA}$, $\beta = 115,3^\circ$ et $Z = 4$. La structure n'a pas été déterminée.

COMPOSITION CHIMIQUE

Carbonate hydraté d'uranyle et de terres rares. Pourcentages théoriques: UO_3 62,66%, $(\text{TR})_2\text{O}_3$ 15,80%, CO_2 7,23% et H_2O 14,31%. Terres rares dans l'ordre



Fig. 4. KAMOTOÏTE-(Y). Ensemble de lattes allongées suivant [100] et nodules d'uranophane. Provenance: Kamoto Est, Shaba. Collection R. Van Dooren (x 22).

décroissant d'abondance: Y, Nd, Gd, Sm et Dy. Le minéral donne une très forte effervescence à froid avec l'acide chlorhydrique dilué.

GISEMENT ET ASSOCIATIONS

La kamotoïte-(Y) est le minéral secondaire le plus abondant de la poche uranifère du gîte de Kamoto Est. Il constitue des plages centimétriques sur les échantillons d'uraninite en voie d'altération de la zone supergène. La kamotoïte est étroitement associée à des rosettes jaune paille de shabaïte-(Nd), à des rosettes bleues d'astrocyanite-(Ce), à des cristaux transparents bleu vert de schuilingite-(Nd) et à de l'uranophane en rognons jaune verdâtre.

DIAGNOSE

Le minéral est très caractéristique par sa présentation en lattes à disposition flabelliforme ou en amas parallèles. La kamotoïte se distingue en outre par la taille de ses cristaux et par sa forte réaction avec effervescence à l'HCl.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. & PIRET, P. (1986) - La kamotoïte-(Y), un nouveau carbonate d'uranyle et de terres rares de Kamoto, Shaba, Zaïre. Bulletin Minéralogique, **109**, 643-647.



Fig. 5. KAMOTOITE-(Y). Agrégat de lattes opaques partiellement déshydratées. Provenance: Kamoto Est, Shaba. Ech. IRSNB RC 3694 ($\times 4,5$).

SHABAÏTE-(Nd)

DESCRIPTION ORIGINALE: Deliens & Piret (1989) (1)

LOCALITE TYPE: Kamoto Est, Shaba, Zaïre

HOLOTYPE: RC 3511 de la collection minéralogique de L'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles

FORMULE: $\text{Ca}(\text{TR})_2(\text{UO})_2(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

NOMENCLATURE: d'après le Shaba, région méridionale du Zaïre dont les gîtes cupro-cobaltifères et uranifères ont fourni de très nombreuses espèces nouvelles

DESCRIPTION

La shabaïte-(Nd) se présente en paillettes millimétriques translucides à opaques de couleur jaune paille verdâtre. Elle constitue soit des plages micacées, soit des rosettes atteignant 5 mm de diamètre. Les tablettes sont aplaties sur {010} et allongées parallèlement à [100], parfois terminées par (100). Le clivage {010} est parfait. La densité mesurée vaut 3,13 et la dureté est proche de 2,5.

OPTIQUE

On ne distingue aucun dichroïsme dans le plan des tablettes. Le minéral est biaxe négatif ($2V = 44^\circ$), avec $\gamma = 1,600$, β (calculé) = 1,590 et $\alpha = 1,534$. Orientation optique: $Y = b$, $Z \wedge a = 3$ à 4° . La shabaïte-(Nd) n'est pas fluorescente aux UV.

CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique. Groupe spatial $P2$, Pm ou $P2/m$; $a = 9,208$, $b = 32,09$, $c = 8,335 \text{ \AA}$, $\beta = 90,3^\circ$ et $Z = 5$. La structure n'a pas été déterminée.

COMPOSITION CHIMIQUE

Carbonate hydraté d'uranyle, de calcium et de terres rares. Pourcentages théoriques: UO_3 29,79%, CaO 5,84%, $(\text{TR})_2\text{O}_3$ 32,9%, CO_2 18,33% et H_2O 13,13%. Terres rares dans l'ordre décroissant d'abondance: Nd, Sm, Y, Dy, Pr, La et Ce. Le minéral donne une très forte effervescence à froid avec l'acide chlorhydrique dilué.

GISEMENT ET ASSOCIATIONS

La shabaïte-(Nd) a été trouvée en relative abondance dans une poche uranifère du gisement de cuivre de Kamoto Est. Les roches dolomitiques sont minéralisés en uraninite noire. Les produits d'oxydation sont caractérisés par une très riche association de minéraux contenant des terres rares qui, à part la schuilingite-(Nd), sont des espèces nouvelles: astrocyanite-(Ce), kamotoïte-(Y), françoisite-(Nd) et shabaïte-(Nd). L'uranophane et la masuyite sont également présentes.

DIAGNOSE

La shabaïte se signale par sa forte réaction en présence d'HCl. Elle se distingue de la kamotoïte-(Y), autre carbonate, par sa présentation en paillettes micacées et de l'astrocyanite-(Ce) bleue, également en rosettes, par sa couleur jaune. L'uranophane de Kamoto se présente aussi en nodules fibroradiés mais ne réagit pas à l'acide.



Fig. 6. SHABAÏTE-(Nd). Ensemble de rosettes sur fond d'uranophane. Provenance: Kamoto Est, Shaba. Collection J. Lhoest (x 3,5).

BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. & PIRET, P. (1989) - La shabaïte-(Nd), $\text{Ca}(\text{TR})_2(\text{UO})_2(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, nouvelle espèce minérale de Kamoto, Shaba, Zaïre. *European Journal of Mineralogy*, **1**, 85-88.



Fig. 7. SHABAÏTE-(Nd). Détail d'une rosette montrant la disposition radiaire des tablettes aplaties sur (010). Provenance: Kamoto Est, Shaba. Collection J. Lhoest (x14).

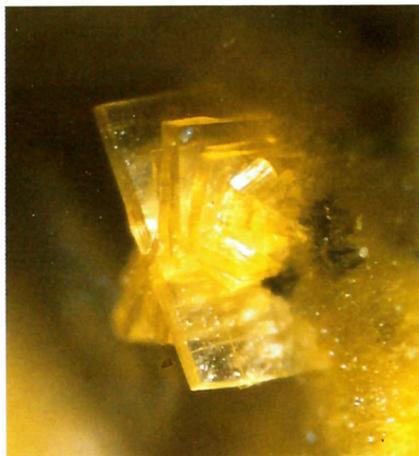


Fig. 8. SHABAITE-(Nd). Association de tablettes formant une croix. Provenance: Kamoto Est, Shaba. Collection J. Lhoest (x45).



Fig. 9. SHABAITE-(Nd). Tablettes isolées allongées suivant [100]. Provenance: Kamoto Est, Shaba. Collection J. Lhoest (x45).

ASTROCYANITE-(Ce)

DESCRIPTION ORIGINALE: Deliens & Piret (1990) (1)

LOCALITE TYPE: Kamoto Est, Shaba, Zaïre

HOLOTYPE: RC 3513 de la collection minéralogique de L'Institut royal des Sciences naturelles à Bruxelles

FORMULE: $\text{Cu}_2(\text{TR})_2(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_5(\text{OH})_2 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$

NOMENCLATURE: étymologie grecque, d'après la couleur bleue (kuanos) et la disposition en étoile (astron)

DESCRIPTION

L'astrocyanite-(Ce) apparaît sous forme de petites rosettes bleu vif à contour régulier (diamètre maximum: 2 mm), constituées de paillettes micacées. On la trouve aussi en agrégats désordonnés de plaquettes à éclat vitreux d'un bleu plus verdâtre. Les plaquettes isolées sont aplaties sur (001) qui constitue également un bon plan de clivage. La densité mesurée est de 3,80.

OPTIQUE

Le minéral est uniaxe négatif avec $n_o = 1,688$ et $n_e = 1,638$. Il existe un très fort pléochroïsme bleu pâle (n_o) à bleu vif (n_e). L'orientation optique n'est pas connue par manque de formes de référence. Pas de fluorescence aux UV.

CRISTALLOGRAPHIE

Système hexagonal; plusieurs groupes spatiaux sont possibles. $a = 14,96$, $c = 26,86 \text{ \AA}$ et $Z = 12$. La structure n'a pas été déterminée.

COMPOSITION CHIMIQUE

Carbonate hydraté de cuivre, d'uranyle et de terres rares. Pourcentages théoriques en exprimant toutes les terres rares sous forme de cérium.: CuO 15,32%, Ce_2O_3 31,61%, UO_3 27,54%, CO_2 21,19% et H_2O 4,34%. Très forte réaction effervescente à froid avec l'acide chlorhydrique dilué. Terres rares dans l'ordre décroissant d'abondance: Ce, Nd, La, Pr, Sm et Y.



Fig. 10. ASTROCYANITE-(Ce). Nodules fibroradiés bleus associés à des tablettes de kamotoïte-(Y). Provenance: Kamoto Est, Shaba. Collection J.M. Pendeuille (x 30).

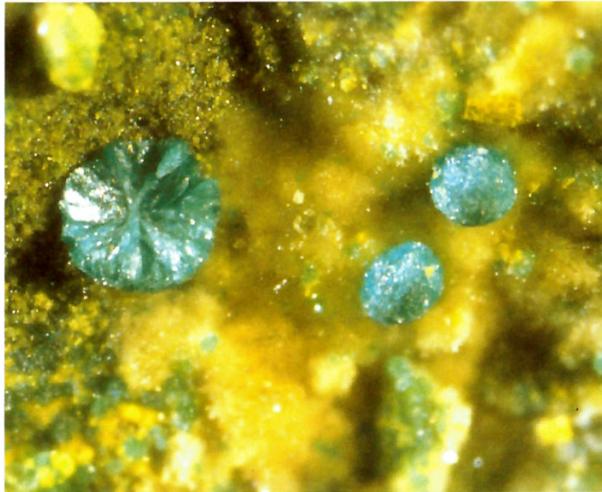


Fig. 11. ASTROCYANITE-(Ce). Nodules fibroradiés bleus sur un fond d'uranophane. Provenance: Kamoto Est, Shaba. Collection J.M. Pendeuille (x35).

GISEMENT ET ASSOCIATIONS

L'astrocyanite-(Ce) accompagne les autres minéraux secondaires d'uranium et de terres rares recueillis dans la poche uranifère de Kamoto Est. Les rosettes et les cristaux isolés bleus sont parfois posés directement sur la roche dolomitique beige; plus généralement on les trouve associés à l'uranophane réniforme vert pâle, à la shabaïte-(Nd) en paillettes et rosettes jaune paille et à la kamotoïte-(Y) en grandes lattes jaunes brillantes. L'association avec la schuilingite en cristaux vitreux informes bleu-vert est aussi fréquente.

DIAGNOSE

L'astrocyanite-(Ce) est très facile à distinguer de tous les autres minéraux secondaires d'uranium du gîte grâce à sa couleur bleue. La forte réaction à l'HCl confirme le diagnostic. Les cristaux vitreux isolés se confondent néanmoins avec la schuilingite de même présentation et de même couleur et donnant la forte réaction des carbonates à l'HCl. Seul l'examen par diffraction X permet dans ce cas de différencier les deux espèces.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. & PIRET, P. (1990) - L'astrocyanite-(Ce), $\text{Cu}_2(\text{TR})_2(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_5(\text{OH})_2 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$, nouvelle espèce minérale de Kamoto, Shaba, Zaïre. *European Journal of Mineralogy*, **2**, 407-411.

LES PHOSPHATES

Trois minéraux nouveaux sont présentés. Deux d'entre eux, l'althupite et la moreauïte, proviennent de la pegmatite à béryl de Kobokobo au Kivu. Ils complètent le groupe des phosphates d'uranyle et d'aluminium de ce gisement. Le troisième, la françoisite-(Nd), est associée aux nouveaux carbonates d'uranium, de terres rares et de cuivre de Kamoto-Est.

Une première occurrence zairoise de furongite est signalée à Kobokobo. Ce phosphate d'uranyle et d'aluminium avait été décrit pour la première fois dans la province de Hunan, en Chine.

A l'issue d'une révision des phosphates d'uranyle et de plomb et d'uranyle et de calcium du groupe structural de la phosphuranylite, la structure cristalline de la dewindtite a été déterminée et celle de la phosphuranylite a été corrigée. Lors de cette étude, il est apparu que la renardite était une espèce mixte, renfermant à la fois des feuillets de la phosphuranylite et de la dewindtite. Il ne s'agit donc plus d'une véritable espèce minérale et son déclassement a été proposé. Le terme dewindtite est conservé pour désigner le phosphate d'uranyle et de plomb, l'espèce jouissant d'une priorité chronologique.

Comme autre nouvelle donnée figure la détermination de la structure cristalline de la dumontite.

FURONGITE

DESCRIPTION ORIGINALE: Hunan Team (1976) (1)

LOCALITE TYPE: Furong, province de Hunan, Chine

OCCURENCE AU ZAIRE: Kobokobo, Kivu

FORMULES: Furong: $\text{Al}_{13}(\text{UO}_2)_7(\text{PO}_4)_{13}(\text{OH})_{14} \cdot 58 \text{H}_2\text{O}$

Kobokobo: $\text{Al}_2(\text{UO}_2)_7(\text{PO}_4)_3(\text{OH}) \cdot 13,5 \text{H}_2\text{O}$ (2)

NOMENCLATURE: d'après la localité d'origine: Furong

DESCRIPTION

A Kobokobo, la furongite est en agrégats fasciculés de délicates tablettes rectangulaires jaune pâle. Les cristaux inférieurs au demi mm sont allongés et terminés par trois faces formant un dôme arrondi. Le minéral chinois offre des cristaux de meilleure qualité, formant un angle de 70°. Les densités des minéraux de Kobokobo et de Furong sont respectivement de 2,75 et 2,92 (calculées) et de 3,0 et 2,82-2,90 (mesurées).

OPTIQUE

La furongite de Kobokobo est biaxe négative ($2V$ calculé = 64°). $\gamma = 1,566$, $\beta = 1,558$ et $\alpha = 1,538$. Les indices du minéral chinois sont légèrement plus élevés. Les tablettes ne sont pas pléochroïques. Le minéral est fluorescent en vert pâle aux UV de courtes et de grandes longueurs d'onde.

CRISTALLOGRAPHIE

Système triclinique. Les dimensions de la maille sont reprises pour les furongites de Kobokobo et de Furong (entre parenthèses): $a = 19,271$ (19,227), $b = 14,173$ (14,094), $c = 12,136$ (12,102) Å, $\alpha = 67,62$ (67,21), $\beta = 115,45$ (115,64), $\gamma = 94,58^\circ$ (94,51°) et $Z = 4$ (1). La détermination de la structure a été annoncée par Shen et Peng (1981)(3), mais l'article ne semble pas avoir paru.

COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et d'aluminium. Pourcentages théoriques (valeurs pour le minéral de Furong entre parenthèses): Al_2O_3 8,95 (13,92)%, UO_3 50,22 (42,08)%, P_2O_5 18,69 (19,39)% et H_2O 22,14 (24,61)%.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A Kobokobo, la furongite est associée aux autres phosphates d'uranyle et d'aluminium de la zone uranifère de la pegmatite à béryl et colombite, de préférence à la triangulite et à la moreauïte. A Furong, le minéral est associé à l'autunite et à de l'argile dans des encroûtements recouvrant des schistes carbonatés uranifères.

DIAGNOSE

La furongite se distingue des autres phosphates d'uranyle de Kobokobo par sa fluorescence aux UV. Parmi les autres minéraux fluorescents du gîte, l'autunite et la threadgoldite se présentent en tablettes moins fragile que la furongite. La moreauïte, en cristaux arrondis, est plus intensément fluorescente aux UV que la threadgoldite et la furongite.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) HUNAN Team (1976) - A new mineral discovered in China. Furongite *Acta Geologica Sinica*, **22** (2), 203-204.



Fig. 12. FURONGITE. Agrégats fasciculés de tablettes rectangulaires. Provenance: Kobokobo, Kivu. Ech. MRAC RGM. 11.887 (x 30).

- (2) DELIENS, M. & PIRET, P. (1985) - Les phosphates d'uranyle et d'aluminium de Kobokobo. VIII. La furongite. Annales de la Société géologique de Belgique, **108**, 365-368.
- (3) SHEN, J. & PENG, Z. (1981) - The crystal structure of furongite. Acta crystallographica, **A37**, supplément C-186.

MOREAUTE

DESCRIPTION ORIGINALE: Deliens & Piret (1985) (1)

LOCALITE TYPE: Kobokobo, Kivu, Zaïre

HOLOTYPE: RGM 6601 de la collection du MRAC à Tervuren

FORMULE: $Al_3UO_2(PO_4)_3(OH)_2 \cdot 13 H_2O$

NOMENCLATURE: en l'honneur de Jules Moreau, professeur de minéralogie à l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve

DESCRIPTION

Le minéral se présente en nodules ou en cristaux à contour arrondi constitués de l'empilement de tablettes microscopiques. La couleur est jaune verdâtre vif et la dimension maximale des cristaux 0,2 mm. Les plaquettes individuelles (uniquement visibles au microscope) sont aplaties sur (100); le clivage [100] est très net. Lorsqu'un allongement suivant b est visible, les tablettes sont terminées en pointe par les arêtes [011] et [01 $\bar{1}$] formant un angle de 81°. La densité mesurée est de 2,64 (calculée: 2,61).

OPTIQUE

Aucun pléochroïsme dans le plan des tablettes. Le minéral est 2V (-), avec $\gamma = 1,558$, $\beta = 1,552$ et $\alpha = 1,540$. Orientation optique: $X \sim a^*$, $Y = b$ et $Z \sim c$. La moreaute est fortement fluorescente en vert aux UV de courtes et de grandes longueurs d'onde.

CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique. Groupe spatial $P2_1/c$. $a = 23,41$, $b = 21,44$, $c = 18,34$ Å, $\beta = 92^\circ$ et $Z = 16$. Le minéral n'est rattaché à aucun groupe structural.

COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et d'aluminium. Pourcentages théoriques: Al_2O_3 16,9%, UO_3 31,6%, P_2O_5 23,6% et H_2O 27,9%. Insoluble à froid dans l'acide chlorhydrique.

GISEMENT ET ASSOCIATIONS

La moreauïte se trouve dans la zone uranifère de la pegmatite, associée aux autres phosphates d'uranyle du gisement et préférentiellement à la furongite. On la trouve également au contact de croûtes mauves de phosphosidérite.

DIAGNOSE

La moreauïte se reconnaît grâce à sa très forte fluorescence aux UV. Elle se distingue par son contour arrondi des autres minéraux fluorescents du gîte: l'autunite et la threadgoldite en paillettes micacées de plus grandes dimensions et la vanmeersschéite (+ méta) de couleur jaune vif et rarissime.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) DELIENS, M. & PIRET, P. (1985) - Les phosphates d'uranyle et d'aluminium de Kobokobo. VII. La moreauïte, $\text{Al}_3\text{UO}_2(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2 \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$, nouveau minéral. Bulletin Minéralogique, **108**, 9-13.



Fig. 13. MOREAUIITE. Ensemble de cristaux à contour arrondi. Provenance: Kobokobo, Kivu. Ech. MRAC RGM 9851 (x 30).

PHOSPHURANYLITE

DONNEES COMPLEMENTAIRES

FORMULE: $\text{Ca}(\text{UO}_2)[(\text{UO}_2)_3(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial *Bmmb*. $a = 15,835$, $b = 17,324$, $c = 13,724 \text{ \AA}$ et $Z = 4$. La structure est composée de feuillets $[(\text{UO}_2)_3(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2]$ parallèles à (100) et reliés entre eux par des ions Ca^{++} , UO_2^{++} et H_2O . Ce minéral est la tête de série du groupe structural de la phosphuranylite-dumontite.

REFERENCE

PIRET, P. & PIRET-MEUNIER, J. (1991). European Journal of Mineralogy. Sous presse.

DEWINDTITE

DESCRIPTION ORIGINALE: Schoep (1922) (1)

LOCALITE TYPE: Shinkolobwe, Shaba, Zaïre

FORMULE: $\text{Pb}_3[\text{H}(\text{UO}_2)_3\text{O}_2(\text{PO}_4)_2]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ (2)

NOMENCLATURE: en l'honneur du géologue belge Jean Dewindt

DESCRIPTION, GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les données se rapportant à ces rubriques figurent dans le chapitre consacré à la renardite du premier tome des «Minéraux secondaires du Zaïre», p. 83-84.

OPTIQUE (3)

Sous le microscope, la dewindtite se présente en tablettes jaunes non pléochroïques. $\beta = 1,762$ et $\gamma = 1,763$. Biaxe (-). Orientation optique: $X = a$, $Y = c$ et $Z = b$. Pas de fluorescence aux UV de courtes et de grandes longueurs d'onde.

CRISTALLOGRAPHIE

Système orthorhombique. Groupe spatial *Bmmb*. $a = 16,031$, $b = 17,264$, $c = 13,605$ Å et $Z = 4$. La structure est constituée de feuillets $[H(UO_2)_3O_2(PO_4)_2]$ parallèles à (100), reliés entre eux par des ions Pb^{++} .

COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et de plomb. Pourcentages théoriques: PbO 23,06%, UO_3 59,10%, P_2O_5 9,78% et H_2O 8,06%.

REFERENCES

- (1) SCHOEP, A. (1922) - C. R. Acad. Sci. Paris, **174**, 633 et 875.
- (2) PIRET, P., PIRET-MEUNIER, J. & DELIENS, M. (1990) - Composition et structure cristalline de la dewindtite $Pb_3[H(UO_2)_3O_2(PO_4)_2] \cdot 12 H_2O$. European Journal of Mineralogy, **2**, 399-405.
- (3) FRONDEL, C. (1958) - Systematic Mineralogy of Uranium and Thorium - U.S. Geological Survey Bulletin, **1064**, 230-232.



Fig. 14. DEWINDTITE. Cristaux jaunes disposés sur des tablettes de métatorbernite. Provenance: Shinkolobwe, Shaba. Ech. IRSNB RB. 7180 (x 25).

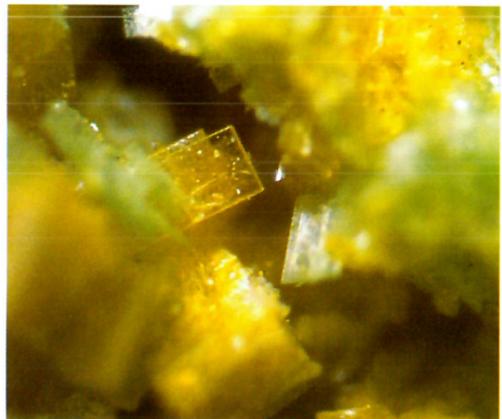


Fig. 15. DEWINDTITE. Tablettes rectangulaires tapissant une géode. Provenance: Shinkolobwe, Shaba. Ech. IRSNB RC. 1268 (x 45).

RENARDITE

ESPECE DISCREDITEE

Une étude structurale et chimique récente de trois minéraux du groupe de la phosphuranylite-dumontite: la phosphuranylite, la dewindtite et la renardite a permis de définir la nature des ions qui assurent la liaison entre les feuillets $[(\text{UO}_2)_3(\text{O}, \text{OH})_2(\text{PO}_4)_2]$. Dans le cas de la phosphuranylite, il s'agit des ions Ca^{2+} , $(\text{UO}_2)^{2+}$ et H_2O ; pour la dewindtite, ce sont des ions Pb^{2+} et pour la renardite, enfin, les ions Pb^{2+} , Ca^{2+} , $(\text{UO}_2)^{2+}$ et H_2O , mais dont les proportions relatives peuvent varier d'un échantillon à l'autre. La composition chimique de ce dernier minéral n'a jamais été connue avec précision et les données de la littérature sont divergentes. La renardite est en réalité une substance minérale composée d'un mélange de phosphuranylite et de dewindtite qui ne correspond pas à la définition d'une espèce minérale. La proposition de déclassement du terme "renardite" a été transmis à l'Association Minéralogique Internationale (IMA).

DUMONTITE

DONNEES COMPLEMENTAIRES

FORMULE: $\text{Pb}_2[(\text{UO}_2)_3\text{O}_2(\text{PO}_4)_2] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (1)

CRISTALLOGRAPHIE

La structure cristalline de la dumontite a été déterminée et les paramètres de la maille ont été recalculés. Système monoclinique. Groupe spatial $P2_1/m$. $a = 8,118$, $b = 16,819$, $c = 6,983 \text{ \AA}$, $\beta = 109,03^\circ$ et $Z = 2$. La structure est constituée de feuillets $[(\text{UO}_2)_3\text{O}_2(\text{PO}_4)_2]_n^{4n-}$ parallèles à (100) et reliés par des ions Pb^{2+} . La dumontite peut être prise pour modèle structural d'un groupe de phosphates d'uranyle comprenant les minéraux suivants: phosphuranylite, dewindtite, phurcalite, phuralumite, upalite, mundite, vanmeersscheite, métavanmeersscheite et françoisite-(Nd).

REFERENCE

- (1) PIRET, P. & PIRET-MEUNIER, J. (1988) - Nouvelle détermination de la structure de la dumontite $Pb_2[(UO_2)_3O_2(PO_4)_2] \cdot 5 H_2O$. Bulletin Minéralogique, **111**, 439-442.



Fig. 16. DUMONTITE. Ensemble de tablettes transparentes aplaties sur (100). Provenance: Shinkolobwe, Shaba. Ech. IRSNB RC. 3535 (x45).



Fig. 17. DUMONTITE. Prisme isolé dans une géode. Provenance: Shinkolobwe, Shaba. Ech. IRSNB RC.3535 (x45).

ALTHUPITE

DESCRIPTION ORIGINALE: Piret et Deliens (1987) (1)

LOCALITE TYPE: Kobokobo, Kivu, Zaïre

HOLOTYPE: RGM 6178 de la collection minéralogique du MRAC à Tervuren

FORMULE: $\text{AlTh}(\text{UO}_2)[(\text{UO}_2)_3\text{O}(\text{OH})(\text{PO}_4)_2](\text{OH})_3 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$

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

DESCRIPTION

L'althupite se présente en très petits cristaux (0,2 mm) transparents et de couleur jaune ambre, ils sont isolés ou groupés parallèlement. Ils occupent des vides dans des cristaux vacuolaires et cloisonnés de feldspath blanc kaolinisé. Les tablettes sont aplaties sur [100] et légèrement allongées suivant [001], terminées en pointe par les faces (001) et (021). La densité calculée vaut 3,98 et la dureté Mohs est voisine de 4.

OPTIQUE

Le minéral est pléochroïque jaune pâle à jaune vif. $2V(-)$, $\gamma = 1,665$, $\beta = 1,661$ et $\alpha = 1,620$. Orientation optique: $X \sim \vec{a}^*$ et $Z \wedge \vec{c} \sim 15^\circ$. Le minéral n'est pas fluorescent aux UV.

CRISTALLOGRAPHIE

Système triclinique. Groupe spatial $P\bar{1}$ avec $a = 10,953$, $b = 18,567$, $c = 13,504 \text{ \AA}$, $\alpha = 72,64$, $\beta = 68,20$, $\gamma = 84,2^\circ$ et $Z = 2$. La structure a été déterminée. L'althupite appartient au groupe structural de la phosphuranylite. Elle est constituée de feuillets $[(\text{UO}_2)_3\text{O}(\text{OH})(\text{PO}_4)_2]_n^{3n-}$ reliés entre eux par 2 octaèdres accolés $\text{Al}_2(\text{OH})_6(\text{H}_2\text{O})_4$, un prisme trigonal $\text{ThO}_3(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_3$ et une pyramide pentagonale $\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_3\text{O}_2$.

COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et de thorium. Pourcentages théoriques: Al_2O_3 1,75%, ThO_2 9,05%, UO_3 68,65%, P_2O_5 9,73% et H_2O 10,81%. Insoluble à froid dans l'acide chlorhydrique.

GISEMENT ET ASSOCIATION

Minéral de la zone uranifère de la pegmatite de Kobokobo. Associé indifféremment à tous les autres phosphates d'uranyle du gisement.

DIAGNOSE

L'althupite se distingue des autres minéraux secondaires d'uranium de Kobokobo par sa couleur ambre, par sa dureté plus forte (4) et par sa présence dans les interstices du feldspath kaolinisé.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) PIRET, P. & DELIENS, M. (1987) - Les phosphates d'uranyle et d'aluminium de Kobokobo. IX. L'althupite $\text{AlTh}(\text{UO}_2)[[(\text{UO}_2)_3\text{O}(\text{OH})(\text{PO}_4)_2]_2(\text{OH})_3 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$, nouveau minéral; propriétés et structure cristalline. Bulletin Minéralogique, **110**, 65-72.

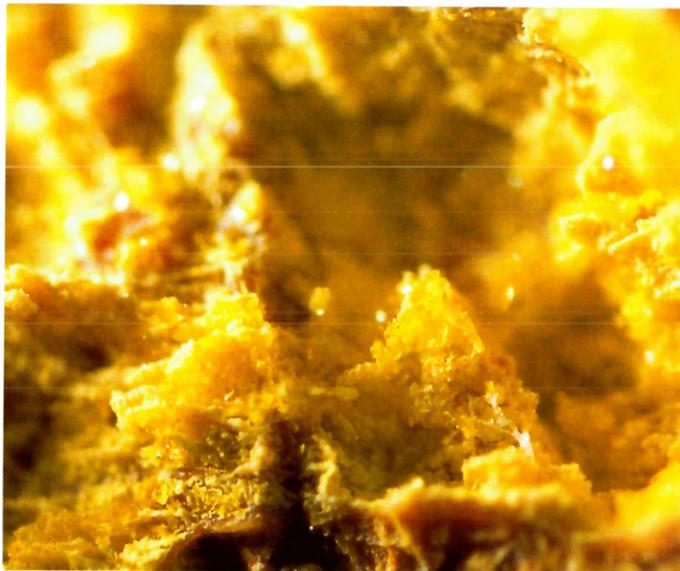


Fig. 18. ALTHUPITE. Groupe de cristaux dans une vacuole remplie d'argile blanche de la pegmatite. Provenance: Kobokobo, Kivu. Ech. IRSNB RC. 3830 ($\times 20$).

FRANÇOISITE-(Nd)

DESCRIPTION ORIGINALE: Piret *et al.* (1988) (1)

LOCALITE TYPE: Kamoto Est, Shaba, Zaïre

HOLOTYPE: RC 3538 de la collection minéralogique de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles

FORMULE: (TR) [(UO₂)₃O(OH) (PO₄)₂]. 6 H₂O

NOMENCLATURE: en l'honneur de Armand François, géologue, ancien directeur du Département géologique de la Gécamine

DESCRIPTION

La françoisite-(Nd) se présente sous forme d'agrégats désordonnés de tablettes jaune vif, opaques à translucides. Les cristaux qui ne dépassent pas 0,3 mm de longueur sont aplatis sur (010) et allongés parallèlement à [001]. Les tablettes étant maclées suivant le plan (100), les faces terminales de deux individus accolés font entre elles un angle de 134°. La densité calculée est de 4,63 et la dureté est voisine de 3.

OPTIQUE

Le minéral est biaxe négatif ($2V = 35^\circ$), avec $\gamma = 1,75$, $\beta = 1,74$ et α (calculé) = 1,65. Orientation optique: $X = b$, $Y \wedge c = 14,5^\circ$ et $Z \wedge a = 8,3^\circ$. Pas de fluorescence aux UV.

CRISTALLOGRAPHIE

Système monoclinique. Groupe spatial $P2_1/c$; $a = 9,298$, $b = 15,604$, $c = 13,668 \text{ \AA}$, $\beta = 112,77^\circ$ et $Z = 4$. La structure a été déterminée. La françoisite-(Nd) est formée de feuillets [(UO₂)₃O(OH) (PO₄)₂]_n³ⁿ⁻ parallèles à (010) et reliés par des ions Nd³⁺ et des molécules d'eau. Le minéral appartient au groupe structural de la dumontite et de la phosphuranylite.

COMPOSITION CHIMIQUE

Phosphate hydraté d'uranyle et de terres rares. Pourcentages théoriques: UO₃ 67,87%, (TR)₂O₃ 12,43%, P₂O₅ 11,13% et H₂O 9,18%. Terres rares dans l'ordre décroissant d'abondance: Nd, Sm, Y, Ce, Pr, Dy et La. Le minéral n'est pas soluble dans l'acide chlorhydrique.

GISEMENT ET ASSOCIATIONS

Minéral rare de la poche uranifère de Kamoto Est, au Shaba méridional. La françoisite-(Nd) constitue des plages jaunes sur l'uraninite. Elle n'est généralement pas associée aux autres minéraux secondaires d'uranium du gîte (astrocyanite, kamotoïte, shabaïte), que l'on rencontre intimement mêlés.

DIAGNOSE

Se distingue des autres minéraux secondaires de Kamoto Est par la couleur jaune (astrocyanite et schuilingite sont bleues), par son absence de réaction à l'HCl (shabaïte et kamotoïte jaunes réagissent avec effervescence) et par sa présentation en amas désordonnés (l'uranophane est en sphérules régulières).

BIBLIOGRAPHIE

- (1) PIRET, P., DELIENS, M. & PIRET-MEUNIER, J. (1988) - La françoisite-(Nd), nouveau phosphate d'uranyle et de terres rares; propriétés et structure cristalline. Bulletin Minéralogique, **111**, 443-449.

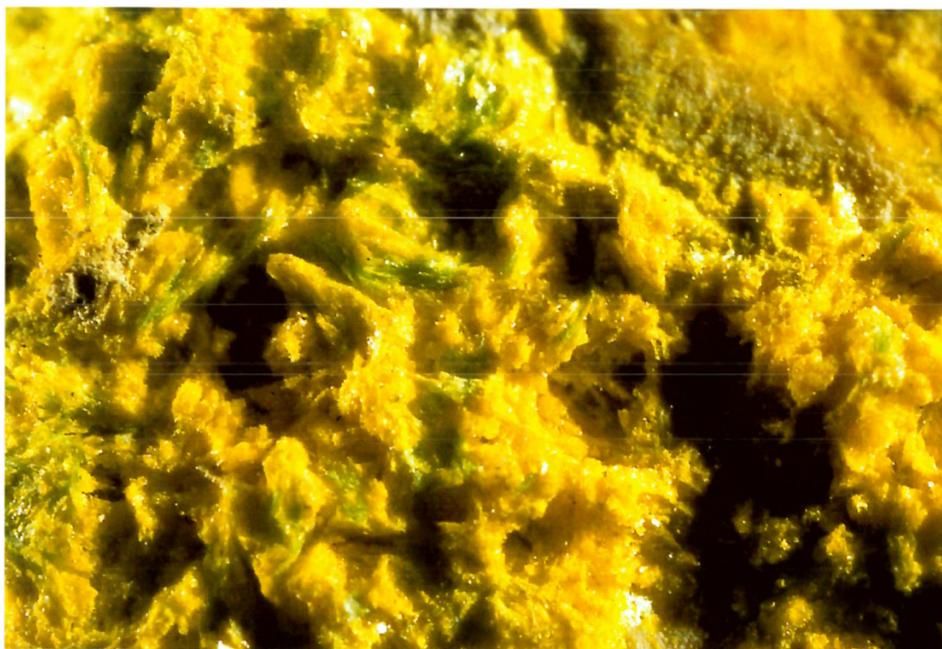


Fig. 19. FRANÇOISITE-(Nd). Croûte cristalline. Provenance: Kamoto Est, Shaba. Ech. IRSNB RC. 3558 (x 15).

LES VANADATES

CARNOTITE

DESCRIPTION ORIGINALE: Friedel et Cumenge (1899) (1)

LOCALITE TYPE: Comté de Montrose, Colorado, USA

FORMULES: $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3 H_2O$

NOMENCLATURE: en l'honneur du chimiste français M.A. Carnot (1839-1920)

DESCRIPTION

On trouve le plus souvent la carnotite sous forme de tablettes rhombiques aplaties sur (001). La couleur varie du jaune ambre au jaune citron et l'éclat est vitreux à nacré. Les tablettes peuvent constituer des empilements équidimensionnels. La carnotite se présente aussi en paillettes micacées jaune doré à éclat soyeux et, plus rarement, en cristaux jaune vif transparents et terminés en pointe dont la forme rappelle celle d'une épée. La densité est comprise entre 4,90 et 5,03.

OPTIQUE

La carnotite est pléochroïque jaune à incolore, avec α compris entre 1,75 et 1,77, $\beta = 1,925$ à 2,06 et $\gamma = 1,95$ à 2,08. Le minéral est biaxe négatif. Orientation optique: $X = c$, $Y = b$ et $Z = a$. Pas de fluorescence aux UV de courtes et de grandes longueurs d'onde.

CRISTALLOGRAPHIE (3)

Système monoclinique. Groupe spatial $P2_1/c$. $a = 10,47$, $b = 8,41$, $c = 6,91$ Å, $\beta = 103,7^\circ$ et $Z = 2$. La carnotite appartient au même groupe structural que la tyuyamunite et la francevillite.

COMPOSITION CHIMIQUE

Vanadate hydraté d'uranyle et de potassium. Pourcentages théoriques: K_2O 10,44%, UO_3 63,40%, V_2O_5 20,16% et H_2O 6,00%. La quantité d'eau peut varier avec

le degré d'humidité. Par dessiccation se forme alors de la «métacarnotite». En présence de solutions calciques, la carnotite peut se transformer en tyuyamunite par échange du potassium avec le calcium. Cette transformation est réversible.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La carnotite était déjà connue dans certains gîtes minéralisés du Shaba méridional mais toujours sous forme d'enduits pulvérulents. C'est à Mashamba Ouest qu'ont été recueillis pour la première fois des cristaux bien formés et en quantité relativement abondante. La carnotite y est associée à un autre vanadate d'uranyle, la métatyuyamunite. Les minéraux d'uranium sont étroitement liés à des croûtes bleu pâle de «katangite» (chrysocolle ou planchéite microcristallines) et à des octaèdres de cuprite. De très nombreuses espèces secondaires de cuivre complètent l'association.



Fig. 20. CARNOTITE. Groupe de tablettes empilées sur fond de katangite bleu pâle. Provenance: Mashamba Ouest, Shaba. Collection J. Lhoest (x23).

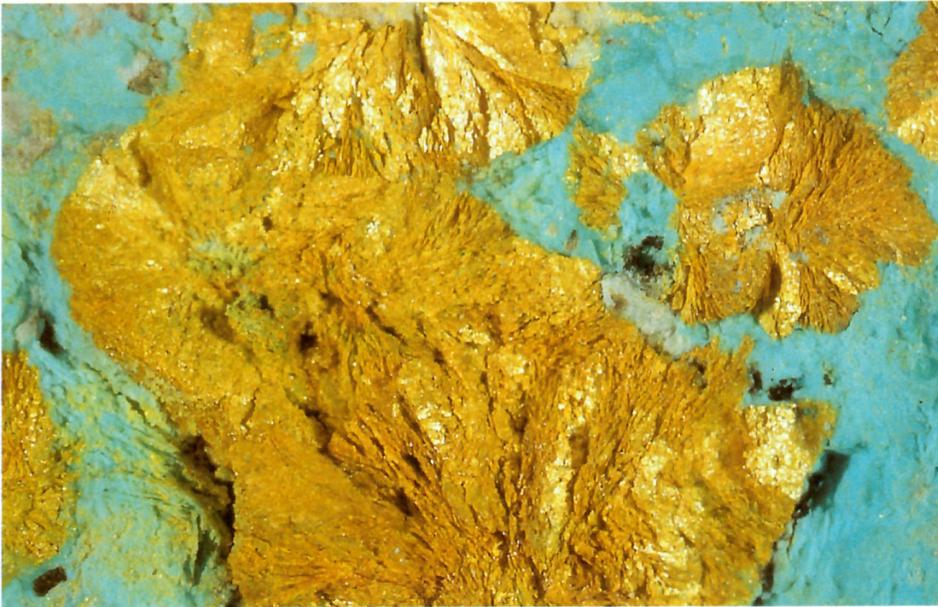


Fig. 21. CARNOTITE. Plaquettes micacées à l'éclat nacré et katangite bleue. Provenance: Mashamba Ouest, Shaba. Collection A. Caubel. Photographie de A. Vernet (x 12).



Fig. 22. CARNOTITE. Cristal transparent isolé en forme d'épée. Provenance: Mashamba Ouest, Shaba. Collection J. Lhoest (x 45).

BIBLIOGRAPHIE

- (1) FRIEDEL, C. & CUMENGE, E. (1899) - Sur un nouveau minéral d'urane. Bulletin de la Société française de Minéralogie et de Cristallographie, **22**, 26-29.
- (2) CHERVET, J. (1960) - Les minéraux secondaires d'uranium, dans «Les minerais uranifères français», tome **1**, Presses universitaires de France, 322 pp.
- (3) DONNAY, G. & DONNAY, J.D.M. (1955) - U.S. Geological Survey, TEI report, **507**, 15.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude aux amateurs de minéraux qui ont mis à leur disposition certains échantillons de leur collection ayant servi à illustrer le présent ouvrage: MM. Joseph Lhoest, Jean-Marie Pendeville et René Van Dooren. M. Alain Caubel (Millau, France) a aimablement fourni une photographie de carnotide de sa collection, réalisée par M. A. Vernet.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude aux amateurs de minéraux qui ont mis à leur disposition certains échantillons de leur collection ayant servi à illustrer le présent ouvrage: MM. Joseph Lhoest, Jean-Marie Pendeville et René Van Dooren. M. Alain Caubel (Millau, France) a aimablement fourni une photographie de carnottite de sa collection, réalisée par M. A. Vernet.

