

## LA SWAMBOÏTE, NOUVEAU SILICATE D'URANIUM HYDRATÉ DU SHABA, ZAÏRE

MICHEL DELIENS

Département de Géologie et de Minéralogie, Musée royal de l'Afrique  
centrale, B 1980 Tervuren, Belgique

PAUL PIRET

Laboratoire de Chimie physique et de Cristallographie de l'Université,  
B 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

### SOMMAIRE

La swamboïte se présente en aiguilles jaune pâle. Optiquement (-),  $2V$   $34^\circ$  (calculé),  $\gamma = 1.663$ ,  $\beta = 1.661$  et  $\alpha = 1.640$ . Système monoclinique, groupe spatial  $P2_1/a$  avec  $a$  17.64,  $b$  21.00,  $c$  20.12 Å,  $\beta$   $103.4^\circ$  et  $Z = 18$ . Densité: 4.064 (calculée) et 4.0 (mesurée). Raies principales du diagramme de poudre [ $d$  en Å (I) ( $hkl$ ): 8.67 (100)( $\bar{2}01$ ), 4.76(80)( $\bar{2}04$ ), 4.32(80)( $\bar{4}02$ ), 3.51 (60)(060) et 2.979(60b)(435, 235). Analyse chimique à la microsonde électronique:  $UO_3$ , 67.43,  $SiO_2$  12.73,  $H_2O$  (par thermogravimétrie) 19.93, total 100.09%. Formule:  $U_{1/6}H_2(UO_2SiO_4)_2 \cdot 10H_2O$ . Groupe structural de l'uranophane. Le minéral provient du gîte uranifère de Swambo, Shaba méridional. Zaïre.

**Mots-clés:** swamboïte, uranium, phosphate, Swambo, Zaïre.

### ABSTRACT

Swamboite occurs as pale yellow needles. Optically (-),  $2V$   $34^\circ$  (calc.),  $\gamma = 1.663$ ,  $\beta = 1.661$  and  $\alpha = 1.640$ . Monoclinic  $P2_1/a$  with  $a$  17.64,  $b$  21.00,  $c$  20.12 Å,  $\beta$   $103.4^\circ$  and  $Z = 18$ . Density: 4.064 (calc.) and 4.0 (meas.) g/cm<sup>3</sup>. The strongest five lines in the X-ray powder pattern [ $d$  in Å (I) ( $hkl$ )] are: 8.67(100)( $\bar{2}01$ ), 4.76(80)( $\bar{2}04$ ), 4.32(80)( $\bar{4}02$ ), 3.51(60)(060) and 2.979(60b)(435, 235). A chemical analysis by electron microprobe gave:  $UO_3$  67.43,  $SiO_2$  12.73,  $H_2O$  (by thermogravimetry) 19.93, total 100.09%, whence the formula  $U_{1/6}H_2(UO_2SiO_4)_2 \cdot 10H_2O$ . The structure type is that of uranophane. Swamboite occurs in the uranium deposit of Swambo, southern Shaba, Zaire.

**Keywords:** swamboite, uranium, phosphate, Swambo, Zaire.

### INTRODUCTION

La swamboïte provient du gîte uranifère de Swambo, situé à 36 km à l'ouest de Shinkolob-

we. Ce gîte fait partie d'une zone anticlinale orientée est-ouest qui s'étend de Kalongwe à l'ouest jusqu'à Shinkolobwe à l'est. La minéralisation de Swambo est localisée dans une zone faillée bréchique qui recoupe une écaïlle du Groupe des Mines (Roan supérieur). La minéralisation primaire, constituée d'uraninite et de sulfures de cuivre, est localisée dans des roches schisto-dolomitiques et de préférence dans le niveau des R.S.C. (roches siliceuses cellulaires). Comme dans de nombreux gisements du Shaba, la zone d'oxydation fortement développée est le siège d'une importante accumulation de minéraux secondaires. La dédolomitisation y a engendré des roches constituées d'un squelette siliceux, de minéraux chloriteux et d'oxydes de fer (Derricks & Oosterbosch 1958). Le gîte de Swambo a fait l'objet d'une prospection détaillée par puits et par galeries mais n'a jamais été effectivement exploité.

### DESCRIPTION

L'échantillon renfermant la swamboïte holotype (collection minéralogique du Musée royal de l'Afrique centrale, n° RGM 13690) est une roche décalcifiée à quartz détritique et hématite. La surface du bloc est recouverte d'une croûte épaisse de cristaux de soddyite jaune à disposition crêtée (ces cristaux atteignent  $\frac{1}{2}$  cm de diamètre) et d'enduits pulvérulents rouges de curite. Les cristaux de soddyite tapissent également de petites géodes ou s'alignent le long de cassures de la roche. Ils sont translucides à opaques et localement colorés en noir par des oxydes de cobalt.

Les cristaux de swamboïte sont jaune très pâle. Ils ont la forme de prismes aciculaires allongés selon [010] et souvent terminés en biseau très aigu (Fig. 1). La longueur maximale est d'environ 0.8 mm, tandis que l'épaisseur se situe aux alentours de 0.05 mm. Les faces latérales du

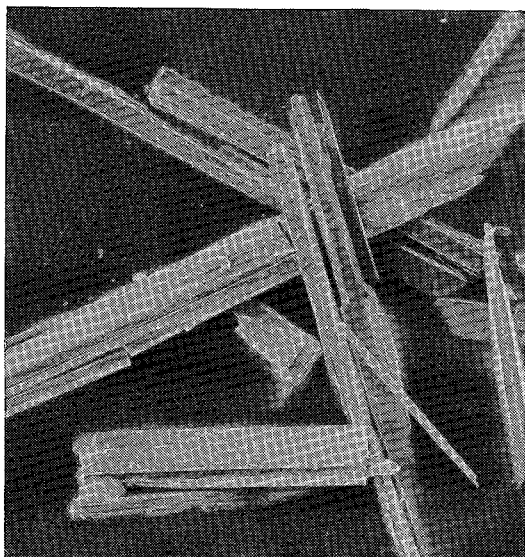


FIG. 1. Aiguilles de swamboïte. Microscope électronique à balayage (x 190).

prisme sont  $\{001\}$  et  $\{\bar{2}01\}$ ; elles forment un angle de  $78^\circ$  (mesure au goniomètre optique); par rapport à la "petite maille" (voir plus loin), ce sont les faces  $\{001\}$  et  $\{100\}$ . Le plan  $\{\bar{2}01\}$  est un bon clivage. Les aiguilles isolées ou groupées par deux ou trois sont dispersées sur les cristaux de soddyite tapissant les petites fractures de la roche.

Deux autres échantillons renfermant de la swamboïte ont été identifiés dans la collection de M. Paul du Ry (collectionneur privé). Sur l'un d'eux, la swamboïte constitue un feutrage de fines aiguilles également associées à des cristaux de soddyite. Sur l'autre échantillon, les

aiguilles de swamboïte sont groupées en nodules fibroradiés atteignant 2 mm de diamètre. Ces nodules sont jointifs et remplissent une petite géode de la roche.

#### PROPRIÉTÉS OPTIQUES

La swamboïte n'est pas fluorescente aux UV. Au microscope, elle se présente en tablettes allongées selon  $b$ . Il existe deux sortes de sections suivant que le cristal repose sur  $(001)$  ou  $(\bar{2}01)$ ; la direction  $Y$  correspond toujours à  $b$ : (1) Des tablettes rectangulaires dichroïques avec, sous polariseurs croisés, des couleurs d'interférence assez hautes; la direction perpendiculaire à l'allongement est à peu près dans le plan des tablettes. (2) Des tablettes non dichroïques généralement un peu plus étroites et terminées en pointe, avec des couleurs d'interférence plus basses (souvent le premier bleu) et une extinction peu nette; la direction  $Z$  fait environ  $10^\circ$  avec le plan.

Les valeurs des indices de réfraction sont  $\alpha$  (incolore) 1.640,  $\beta$  (jaune pâle) 1.661 et  $\gamma$  (jaune pâle) 1.663. L'orientation optique est  $X \simeq a$ ,  $Y \simeq b$ ,  $Z \wedge c \simeq 13^\circ$  (dans l'angle obtus). Le minéral est biaxe négatif avec un angle  $2V$  d'environ  $30^\circ$  ( $34^\circ$  d'après le calcul à partir des indices). La dispersion est forte (rouge  $>$  bleu).

#### COMPOSITION CHIMIQUE

La swamboïte a été analysée quantitativement à la microsonde électronique CAMEBAX du Laboratoire de Pétrographie de l'Université de Louvain (analyste: J. Wautier). Les étalons suivants ont été utilisés: la métatorbernite pour l'uranium et une andradite témoin pour le silicium. Les corrections habituelles ont été effec-

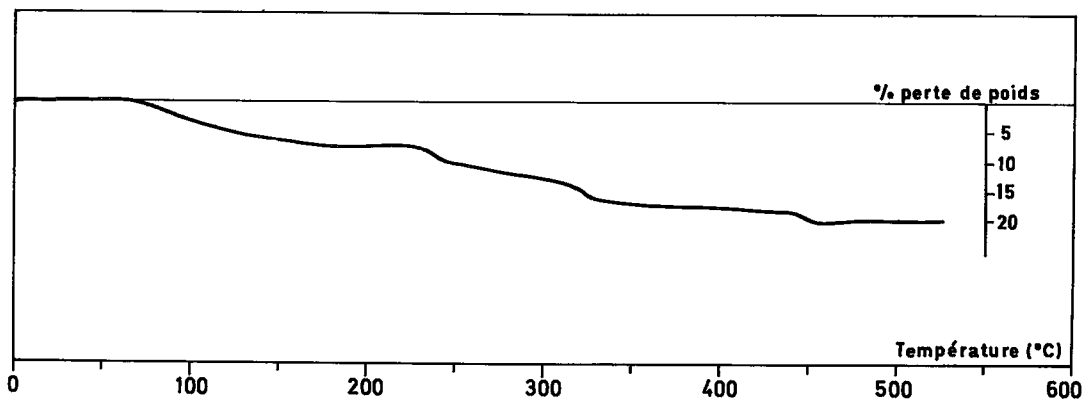


FIG. 2. Courbe thermogravimétrique de la swamboïte. Poids de départ: 0.754 mg, vitesse de montée du four:  $20^\circ/\text{minute}$ .

TABLEAU 1. COMPOSITION CHIMIQUE DE LA SWAMBOÏTE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UO <sub>3</sub>	67.07	66.50	67.11	67.42	68.31	68.19	67.43	2.29	67.70
SiO <sub>2</sub>	13.01	12.72	13.08	12.89	12.35	12.32	12.73	2.06	12.19
H <sub>2</sub> O							19.93	10.76	20.11
Total							100.09		100.00

1 à 6 : pourcentages expérimentaux pour 6 cristaux différents.  
7 : pourcentage moyen (H<sub>2</sub>O par différence). 8 : pourcentages moléculaires pour 11 [0] dans la partie anhydre. 9 : pourcentage théorique pour 7/3 UO<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>·11H<sub>2</sub>O.

tuées au moyen d'un programme de type ZAF dans lequel le pourcentage d'oxygène est calculé par différence à 100% et réévalué à chaque itération. L'analyse qualitative n'a montré la présence que d'uranium, de silicium et d'oxygène. Le pourcentage d'eau a été mesuré par thermogravimétrie (Appareil DTG de Stone avec thermobalance Cahn). On observe sur la courbe de la Figure 2 que le départ d'eau s'effectue en plusieurs épisodes échelonnés jusqu'à 450°C. Les résultats de l'analyse sont donnés au Tableau 1. La composition idéale adoptée est 7/3 UO<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>·11H<sub>2</sub>O. Elle est confortée par la comparaison avec d'autres minéraux du groupe de l'uranophane et par l'examen des paramètres de la maille (voir plus loin).

#### DONNÉES RADIOCRISTALLOGRAPHIQUES

Le spectre de poudre de la swamboïte est donné au Tableau 2. On remarque que seules les réflexions correspondant à la petite maille (voir ci-dessous) sont visibles. Les indices ont été attribués en tenant compte des intensités des réflexions sur les spectres de monocristaux. Le spectre présente des analogies avec ceux des minéraux du groupe de l'uranophane, particulièrement avec celui de la sklodowskite.

L'étude des monocristaux (spectres de rotation, de Weissenberg et de précession) a donné les résultats suivants: la swamboïte appartient au système monoclinique, groupe spatial  $P2_1/a$  avec  $a$  17.64(3),  $b$  21.00(5),  $c$  20.12(4) Å,  $\beta$  103.4(2)°,  $V$  7250 Å<sup>3</sup>;  $Z = 18$ ;  $D_{calc} = 4.064$ . La densité mesurée est de l'ordre de grandeur de celle de la solution de Clerici:  $4.03 \pm 0.10$ . Si on néglige les réflexions de faible intensité on obtient une maille 18 fois plus petite, monoclinique elle aussi, avec  $a'$  8.82,  $b'$  7.00,  $c'$  6.67 Å,  $\beta$  102.0°. Les relations entre les deux mailles sont  $a = -2a'$ ,  $b = 3b'$ ,  $c = a' + 3c'$ .

#### DISCUSSION

Les paramètres de la "petite maille" montrent que la swamboïte appartient au groupe structural de l'uranophane (Tableau 3). Sa structure

TABLEAU 2. SPECTRE DE POUDRE DE LA SWAMBOÏTE

hkl	h'k'l'	d <sub>obs.</sub>	d <sub>calc.</sub>	I <sub>vis.</sub>
Z01	100	8.67	8.63	100
003	001	6.53	6.52	30
202	T01	5.85	5.82	50
Z04	101	4.76	4.75	80
Z32	T11	4.49	4.47	50
Z02	200	4.32	4.31	80
Z34	111	3.93	3.93	5
060	020	3.51	3.50	60
Z05	201	3.294	3.297	30
006	002	3.257	3.262	50
063	021	3.097	3.084	5
Z35	211	2.979	2.983	60B
Z35	T12		2.974	
Z03	300	2.884	2.876	20
Z64	121	2.820	2.818	20
Z62	220	2.710	2.718	50B
434	Z12		2.686	
630	Z11	2.650	2.647	50
Z06	301	2.449	2.451	3
Z65	221	2.404	2.400	5
Z36	311		2.313	
633	Z12	2.298	2.288	3
Z63	320	2.223	2.222	10
093	031	2.202	2.197	10
009	003	2.171	2.175	25
292	Z31		2.166	
039	013	2.079	2.077	5
Z 0.10	103		2.012	
666	321	2.009	2.007	5
Z07	401	1.927	1.932	20
Z95	Z31		1.905	
295	Z32	1.903	1.902	30
Z64	420		1.836	
494	Z32	1.828	1.820	15
Z93	330		1.812	
Z97	132	1.812	1.808	10

Chambre Debye-Scherrer, diamètre 114.6 mm, radiation CuK $\alpha$ , filtre Ni. Les indices h k l et h' k' l' correspondant respectivement à la maille réelle et à une pseudo-maille 18 fois plus petite (voir texte). Distances réticulaires observées et calculées (Å). Intensités estimées visuellement (B signifie raie large).

comporte donc nécessairement des feuilletts [(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]<sub>n</sub><sup>4n-</sup> et sa formule peut s'écrire U<sup>6+</sup><sub>1/3</sub>H<sub>2</sub>[(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]<sub>n</sub>·10H<sub>2</sub>O. Les protons peuvent être fixés soit sur H<sub>2</sub>O, soit sur SiO<sub>4</sub>, pour former des ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ou SiO<sub>3</sub>OH<sup>2-</sup>. Dans tous les minéraux du groupe, les feuilletts sont formés par des chaînes de bipyramides pentagonales

TABLEAU 3. DONNÉES COMPARATIVES POUR LES COMPOSÉS DU GROUPE DE L'URANOPHANE

		G.S.	A(Å)	B(Å)	C(Å)	V(Å <sup>3</sup> )	Z	V'(Å <sup>3</sup> )	Réf.
Swamboïte	$U_{1/3}H_2f_2 \cdot 10H_2O$	$P2_1/a$	7.00(b')	6.67(c')	8.63(1/a'*)	7250	18	403	-
Sklodowskite	$MgH_2f_2 \cdot 6H_2O$	$C2/m$	7.05(b)	6.61(c)	8.36(1/2a*)	779	2	389	(1)
Cuprosklodowskite	$CuH_2f_2 \cdot 6H_2O$	$P\bar{1}$	7.05(a)	6.66(c)	8.16(1/b*)	383	1	383	(2)
Uranophane	$CaH_2f_2 \cdot 5H_2O$	$P2_1$	7.07(b)	6.68(c)	7.92(1/2a*)	748	2	374	(3)
Kasolite	$Pb_2f_2 \cdot 2H_2O$	$P2_1/C$	6.93(b)	6.70(a)	6.42(1/2c*)	597	2	298	(4)
Boltwoodite	$K_2Hf_2 \cdot 2H_2O$	$P2_1$	7.05(b)	6.62(c)	6.78(1/a*)	317	1	317	(5)

Dans les formules *f* représente ( $UO_2SiO_4$ ). G.S. signifie groupe spatial, A et B : périodes à l'intérieur d'un feuillet, C : distance entre 2 feuillets; V : volume de la maille; Z : nombre d'unités de formule dans la maille; V' = V/Z. Références : (1) Ryan & Rosenzweig 1977; (2) Rosenzweig & Ryan 1975; (3) Smith et al. 1957; (4) Rosenzweig & Ryan 1977; (5) Stohl & Smith 1973.

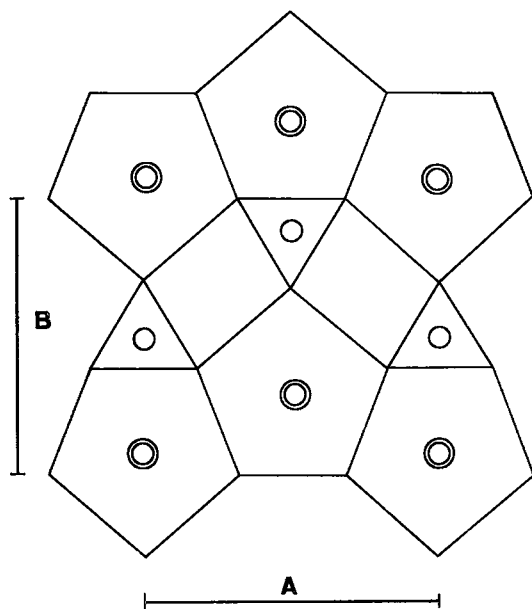


FIG. 3. Schéma d'un feuillet de silicate d'uranyle. Les cercles doubles représentent  $UO_2$ , les cercles simples  $SiO$ . Les lignes relient entre eux des atomes d'oxygène.

$UO_7$  partageant 2 arêtes; les chaînes sont liées entre elles par des tétraèdres  $SiO_4$  (Fig. 3). La période du feuillet parallèlement aux chaînes est d'environ 7.03 Å (colonne A du Tableau 3); dans la direction perpendiculaire, elle est de l'ordre de 6.66 Å (colonne B). La distance entre les feuillets varie d'un composé à l'autre (colonne C). On a indiqué entre parenthèses les relations entre A, B et C et les paramètres de la maille de la description originale.

Le nombre d'unités de formule dans la maille de la swamboïte est de 18. Il y a donc six atomes d'uranium entre les feuillets pour 36

dans les feuillets. La périodicité dans le feuillet ne peut donc pas être respectée par l'ensemble de la structure. C'est ce qui explique pourquoi la maille de la swamboïte est plus grande que celle des autres composés du groupe. De plus, le nombre réduit de cations entre les feuillets entraîne la possibilité d'une hydratation plus forte (10  $H_2O$  contre 2 à 6). La multiplicité des positions dans le groupe spatial  $P2_1/a$  est 4. Le contenu de la partie symétrique de la maille est  $U_{1.5}H_8(UO_2SiO_4)_6 \cdot 45 H_2O$ . L'un des atomes d'uranium doit donc se trouver en position spéciale sur un centre de symétrie.

La situation de la swamboïte dans le groupe des silicates d'uranyle, type uranophane, est à rapprocher de celle de la vanmeersscheite  $U(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_6 \cdot 4H_2O$  (Piret & Deliens 1981) dans le groupe des phosphates d'uranyle, type phosphuranylite. Dans les deux cas, en effet, le cation qui assure la liaison entre les feuillets est l'uranium, ce qui permet la cristallisation, même en l'absence de cations étrangers.

#### CONSERVATION ET NOMENCLATURE

La swamboïte holotype est conservée dans la collection minéralogique du Musée royal de l'Afrique centrale à Tervuren (Belgique); numéro d'enregistrement: RGM 13690.

Le nouveau minéral, dont le nom rappelle la localité originale, a été accepté par la Commission on New Minerals and Mineral Names de l'I.M.A. en mars 1981 (minéral 16/2, nom 18/0).

#### REMERCIEMENTS

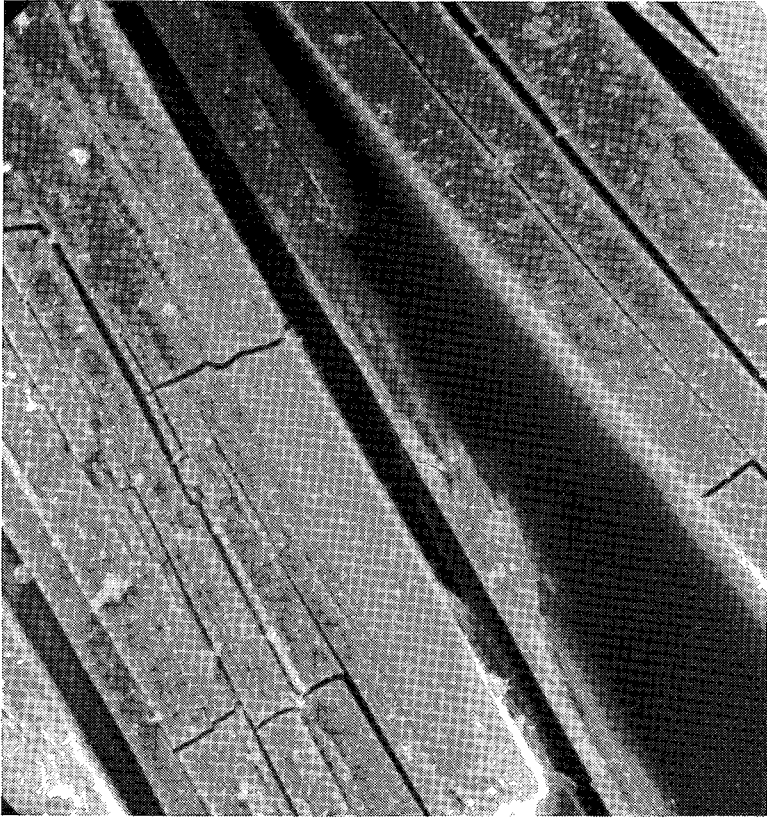
Nous remercions M. J. Wautier pour l'analyse chimique et MM. Van Dooren et du Ry, col-

lectionneurs, pour le don d'échantillons contenant de la swamboïte.

#### RÉFÉRENCES

- DERRIKS, J.J. & OOSTERBOSCH, R. (1958): Swambo and Kalongwe deposits compared to Shinkolobwe: contribution to the study of Katanga uranium. *Proc. 2nd U.N. Int. Conf. Peaceful Uses of Atomic Energy* 2, 663-695.
- PIRET, P. & DELIENS, M. (1981): La vanmeersscheite et la méta-vanmeersscheite,  $U(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_6 \cdot 4$  et  $2 H_2O$ , nouveaux minéraux. *Bull. Minéral.* 104 (in press).
- ROSENZWEIG, A. & RYAN, R.R. (1975): Refinement of the crystal structure of cuprosklodowskite,  $Cu[(UO_2)_2(SiO_3OH)_2] \cdot 6H_2O$ . *Amer. Mineral.* 60, 448-453.
- & —— (1977): Kasolite,  $Pb(UO_2)(SiO_4) \cdot H_2O$ . *Cryst. Struct. Comm.* 6, 617-621.
- RYAN, R.R. & ROSENZWEIG, A. (1977): Sklodowskite,  $MgO \cdot 2UO_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 7H_2O$ . *Cryst. Struct. Comm.* 6, 611-615.
- SMITH, D.K., JR., GRUNER, J.W. & LIPSCOMB, W.N. (1957): The crystal structure of uranophane,  $[Ca(H_3O)_2](UO_2)_2(SiO_4)_2 \cdot 3H_2O$ . *Amer. Mineral.* 42, 594-618.
- STOHL, F.V. & SMITH, D.K. (1973): The crystal structure of boltwoodite and weeksite. *Geol. Soc. Amer. Abstr. Programs* 5, 824.

Reçu mai 1981, révision acceptée septembre 1981.



Détail d'une aiguille de swamboïte. Microscope électronique à balayage,  
x 1700.