

LES PHOSPHATES D'URANYLE ET D'ALUMINIUM DE KOBOKOBO VIII. LA FURONGITE ¹

par

Michel DELIENS ² & Paul PIRET ³

(1 figure, 3 tableaux et 1 planche)

RESUME. - La furongite de Kobokobo, Kivu, Zaïre, constitue une deuxième occurrence après celle de Furong, Hunan, Chine. Les principales données cristallographiques (système triclinique, $a = 19,27$, $b = 14,17$, $c = 12,14$ Å, $\alpha = 67,6^\circ$, $\beta = 115,5^\circ$, $\gamma = 94,6^\circ$) et optiques ($n_p = 1,538$, $n_m = 1,558$, $n_g = 1,566$) sont très proches de celles du minéral de Furong. La composition est apparemment différente : $Al_2(UO_2)_2(PO_4)_3(OH) \cdot 13,5H_2O$ (Kobokobo) et $Al_{13}(UO_2)_7(PO_4)_{13}(OH)_{14} \cdot 58H_2O$ (Furong).

Mots clés : Furongite, uranyle, phosphate, Kobokobo, Zaïre.

ABSTRACT. - Furongite from Kobokobo, Kivu, Zaire, is the second world occurrence of that mineral; the original one has been described at Furong, Hunan, China. The main crystal and optical data $a = 19.27$, $b = 14.17$, $c = 12.14$ Å, $\alpha = 67.6^\circ$, $\beta = 115.5^\circ$, $\gamma = 94.6^\circ$, $n_p = 1.538$, $n_m = 1.558$ and $n_g = 1.566$ are very similar to those of the Chinese mineral. However, the chemical composition of both minerals is apparently different : $Al_2(UO_2)_2(PO_4)_3(OH) \cdot 13,5H_2O$ (Kobokobo) and $Al_{13}(UO_2)_7(PO_4)_{13}(OH)_{14} \cdot 58H_2O$ (Furong).

Key words : Furongite, uranyl, phosphate, Kobokobo, Zaire.

1. - INTRODUCTION

La furongite, phosphate hydraté d'uranyle et d'aluminium, a été découverte en 1974 dans la zone d'oxydation des schistes carbonatés du Cambrien inférieur du gîte uranifère de Furong, province de Hunan, Chine (Hunan team, 1976). Le minéral est associé à des argiles et à de l'autunite dans des veinules et des encroûtements de la roche. Trois ans plus tard, les mêmes auteurs donnent une description complète de la furongite et signalent que cette nouvelle espèce est relativement commune dans d'autres gîtes uranifères chinois (Hunan team, 1979).

A la même époque, nous avons sommairement décrit dans une note préliminaire, sept minéraux uranifères provenant de la pegmatite de Kobokobo, Kivu, Zaïre (Deliens & Piret, 1977). Parmi eux se trouvait un "minéral F" semblable à la furongite, mais de composition apparemment différente. L'examen de monocristaux ayant permis de montrer l'identité ou, du moins, la très grande similitude des deux minéraux, nous décrivons plus complètement ci-dessous, sous le nom de furongite, le "minéral F" de Kobokobo en comparant ses propriétés avec celles du minéral de Furong.

2. - DESCRIPTION MACROSCOPIQUE ET ASSOCIATIONS

La furongite est un minéral relativement commun dans la partie uranifère de la zone d'oxydation de la pegmatite à béryls géants, à columbite et à uraninite de Kobokobo, Kivu, Zaïre. Ce minéral a été reconnu sur plus d'une vingtaine d'échantillons renfermant divers autres phosphates d'uranyle et d'aluminium. Il existe une relation privilégiée d'association entre la furongite, la triangulite (Deliens & Piret, 1982), la moreauïte (Deliens & Piret, 1985) et la méta-autunite. Ainsi, la moreauïte est associée à la furongite sur 80 % des échantillons renfermant ce dernier minéral.

La furongite de Kobokobo se présente, comme celle de Furong, en agrégats fasciculés de minces tablettes translucides rectangulaires, de couleur jaune

¹ Communication présentée le 22 janvier 1985, manuscrit révisé, reçu le 15 janvier 1985.

² Département de Géologie et de Minéralogie, Musée royal de l'Afrique centrale, B-1980 Tervuren, Belgique.

³ Laboratoire de Chimie physique et de Cristallographie de l'Université, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

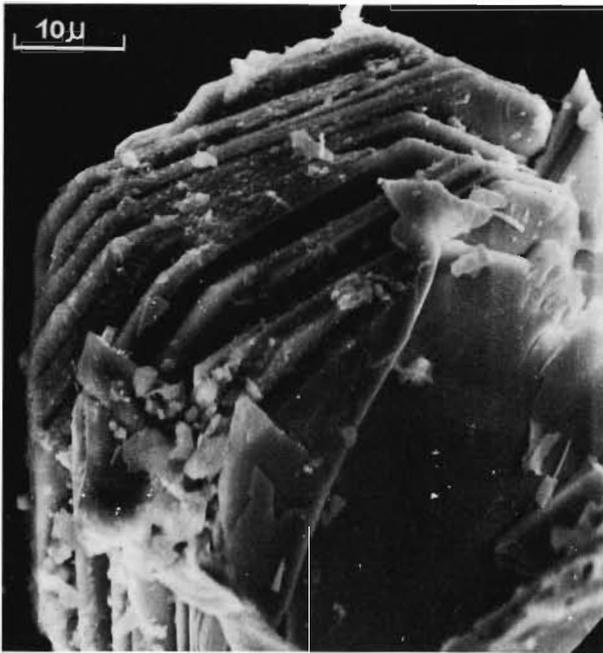


PLANCHE 1

Tablettes accolées de furongite terminées par deux faces obliques et une face horizontale. (Photo au microscope électronique à balayage, x 1500).

pâle. Les cristaux sont très fragiles et leur éclat est vitreux. Dans l'allongement, les tablettes atteignent au maximum 0,5 mm. Elles sont généralement terminées par trois faces formant un dôme plus ou moins arrondi (Pl. 1). Le minéral présente souvent une légère fluorescence vert pâle aux UV de courtes et de grandes longueurs d'onde.

3. - PROPRIETES OPTIQUES

La furongite est biaxe négative. Les plages observées sous le microscope ne présentent aucun contour caractéristique; on ne distingue que quelques rares faces faisant un angle d'environ 25° avec l'indice α . Les valeurs des indices pour la furongite de Kobokobo sont : $n_p = 1,538 \pm 0,002$, $n_m = 1,558 \pm 0,002$, $n_g = 1,566 \pm 0,002$, $2V$ calculé = 64° . Pour la furongite de Chine, les valeurs $\alpha = 1,543 - 49$, $\beta = 1,564 - 67$, $\gamma = 1,570 - 75$, $2V = 65 - 80^\circ$ sont donc légèrement plus élevées. La furongite de Kobokobo ne présente aucun pléochroïsme et son orientation optique n'a pu être précisée étant donné l'absence de faces caractéristiques sous le microscope. La furongite chinoise par contre se présente en tablettes aplaties sur (111) dans lesquelles se marquent deux séries de clivages parfaits $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ et $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ formant un angle de 70° . L'angle d'extinction $N_g \wedge \{\bar{1}\bar{1}1\}$ vaut dans ce cas 38° .

4. - DIFFRACTION DES RAYONS X

Les clichés de rotation, de précession et de Weissenberg montrent que la furongite de Kobokobo est triclinique, comme la furongite de Furong (Hunan team, 1976 et 1979). Les dimensions de la maille du minéral chinois ont été affinées par Shen & Peng (1981). Ces auteurs ont choisi un autre système d'axes afin de faire coïncider le plan principal de clivage avec (001). Les valeurs des paramètres (dans ce dernier système d'axes) sont données au tableau 1, à côté de celles du minéral de Kobokobo, obtenues après calcul par moindres carrés à partir de 15 réflexions mesurées au diffractomètre à quatre cercles. On voit que l'accord est bon.

Tableau 1
Données cristallographiques pour les furongites.

	Kobokobo	Furong
groupe spatial	P1 ou $P\bar{1}$	P1
a (Å)	19,271 (6)	19,227
b	14,173 (4)	14,094
c	12,136 (7)	12,102
α ($^\circ$)	67,62 (3)	67,21
β	115,45 (3)	115,64
γ	94,58 (3)	94,51
V (Å ³)	2754 (2)	2710
Z	4	1
d _{calc.}	2,75	2,92
d _{mes.}	3,0	2,82 - 2,90

Le diagramme de poudre de la furongite de Kobokobo est donné au tableau 2 et comparé à celui obtenu pour le minéral de Furong (Hunan team, 1979).

Il existe une raie supplémentaire d'intensité 95 pour $d = 8,62 \text{ \AA}$ dans le diagramme de la furongite de Furong. Il n'est pas impossible que cette raie provienne d'une impureté du type méta-autunite (raie d'intensité 100 à $8,47 \text{ \AA}$).

5. - COMPOSITION CHIMIQUE

Le minéral de Kobokobo a été analysé au Centre d'Analyse par Microsonde pour les Sciences de la Terre (Laboratoire de Pétrographie de l'Université de Louvain; analyste : J. Wautier). L'analyse qualitative a montré la présence d'U, Al et P. Les étalons suivants ont été utilisés pour l'analyse quantitative : l'uranium métal, l'apatite pour le phosphore et le corindon pour l'aluminium (Appareil Camebax de Cameca). Les corrections habituelles ont été effectuées au moyen d'un programme de type ZAF dans lequel le ^{16}O d'oxygène est calculé par différence à 100 % et réévalué après chaque itération. L'eau a été mesurée par thermogravimétrie (appareil Stone équipé d'une balance Cahn). La courbe thermopondérale est donnée à la figure 1. La somme des

°/o d'oxydes obtenue à la microsonde a été ramenée à 100 °/o, diminuée de la perte en poids de 22,45 °/o obtenue par microgravimétrie à 500°C. La mesure de l'eau effectuée par différence à 100 °/o est en effet nettement sous-évaluée étant donné la dessiccation immédiate de l'échantillon sous l'effet du bombarde-

ment électronique auquel il est soumis à la microsonde. Les 14 analyses, effectuées sur 5 grains différents, sont rassemblées au tableau 3 ainsi que l'analyse complète de Hunan team (1979) pour la furongite de Furong.

On remarque qu'il existe de fortes divergences dans les pourcentages d'oxydes des furongites de Chine

Tableau 2

Diagrammes de poudre des furongites de Kobokobo et de Furong (Hunan team, 1979). Chambre Debye-Scherrer de 114,6 mm, radiation CuK α , filtre de nickel. Distances réticulaires en Å, intensités estimées visuellement.

Kobokobo				Furong		Kobokobo				Furong	
hkl	d _{calc}	d _{obs}	I	d _{obs}	I	hkl	d _{calc}	d _{obs}	I	d _{obs}	I
10 $\bar{1}$	11,07	11,15	40	11,05	20	$\bar{2}$ 14	2,956				
001	10,12	10,08	100	10,2	100	$\bar{2}$ 40	2,955	2,960	5	2,948	22
011	10,09										2,903
200	8,66	-	-	8,62	95	530	2,852	2,850	20	2,870	42
$\bar{2}$ 11	8,15	8,04	15	-	-	$\bar{5}$ 24	2,811	2,813	40	2,817	36
210	7,57	7,52	10	7,505	5	3 $\bar{3}$ 1	2,742	2,743	20	2,747	20
		-	-	7,161	4	10 $\bar{4}$	2,673	2,675	20	2,694	23
021	6,80	6,79	25	6,789	10					2,632	13
$\bar{1}$ 21	6,77							050	2,608	2,605	15
120	6,31	6,30	5	6,417	4					2,537	12
$\bar{1}$ 12	6,02	6,02	30	6,010	13	622	2,495	2,496	5	2,508	8
311	6,01							714	2,425	2,424	10
300	5,77	5,73	30	5,791	17					2,379	10
10 $\bar{2}$	5,54	5,54	50	5,553	37					2,364	12
20 $\bar{2}$	5,53										2,299
		-	-	5,222	13					2,238	10
002	5,06	5,07	35	5,091	41					2,223	11
221	4,92	4,92	15	4,901	17					2,209	15
3 $\bar{2}$ 2	4,72	4,70	25	4,695	18					2,199	15
031	4,70										2,151
320	4,55	4,54	15	4,538	19	913	2,128	2,129	10	2,125	20
21 $\bar{2}$	4,54							711	2,105	2,104	10
		-	-	4,426	21	2 $\bar{6}$ 0	2,060	2,060	5	2,066	14
301	4,28	4,28	50	4,316	85	844	2,038	2,038	8	2,039	23
32 $\bar{1}$	4,27										2,018
		-	-	4,167	23					2,001	12
		-	-	4,040	16	465	1,973	1,973	15	1,973	16
		-	-	3,931	25	414	1,932	1,933	5	1,929	13
132	3,85	3,85	5	3,834	20					1,906	10
		-	-	3,748	23					1,886	9
$\bar{5}$ 11	3,703	3,709	10	-	-	070	1,863	1,862	3	1,853	11
51 $\bar{1}$	3,635	3,638	50	3,639	55	165	1,815	1,814	20	1,817	18
		-	-	3,556	26					1,779	11
432	3,504	3,504	40	3,520	38	016	1,760	1,759	10	1,759	12
$\bar{1}$ 42	3,461	3,461	30	3,448	23					1,751	12
242	3,387	3,387	10	3,384	20					1,737	11
510	3,267	3,264	50	3,267	38	081	1,716	1,715	5	1,725	10
040	3,260							774	1,691	1,692	10
$\bar{6}$ 12	3,173	3,175	15	3,158	19					1,648	6
$\bar{6}$ 11	3,078	3,086	15	3,096	17	950	1,628	1,628	10	1,629	10
		-	-	3,000	13						

Tableau 3. - Composition chimique des furongites

	1	2	3	4	5	6	7
Al ₂ O ₃	10,98	9,38	0,0920	2,092	8,95	13,67	13,92
UO ₃	58,11	49,61	0,1734	1,973	50,22	41,40	42,08
P ₂ O ₅	21,74	18,56	0,1308	2,976	18,69	18,54	19,39
Div. ox.	-	-	-	-	-	2,22	-
H ₂ O(ATG)	-	22,45	1,2462	14,180	22,14	23,90	24,61
		100,00			100,00	99,73	100,00

Furongite de Kobokobo : 1. ^o/o expérimentaux à la microsonde. 2. ^o/o en tenant compte du ^o/o d'eau par ATG. 3. millimolécules. 4. nombre de cations pour 16,5 oxygènes dans la partie anhydre. 5. ^o/o théoriques pour la formule Al₂O₃ • 2UO₃ • 1,5 P₂O₅ • 14H₂O. Furongite de Furong. 6. ^o/o expérimentaux (Hunan team, 1976). 7. ^o/o théoriques pour la formule 6,5 Al₂O₃ • 7UO₃ • 6,5 P₂O₅ • 65H₂O.

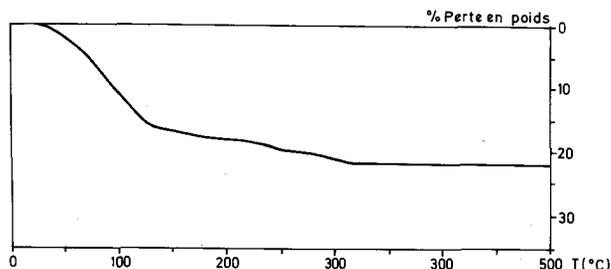
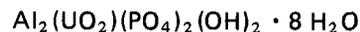
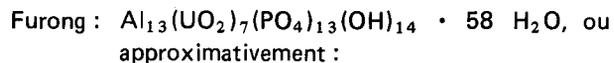
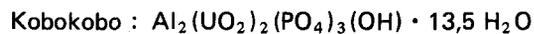


Figure 1

Courbe d'analyse thermogravimétrique de la furongite de Kobokobo.

et de Kobokobo, notamment en ce qui concerne UO₃. Cela conduit à des formules différentes pour les deux minéraux :



La contradiction entre ces deux formules devrait être levée par la détermination complète de la structure cristalline. Celle-ci a été entreprise par Shen & Peng (1981) ainsi qu'ils l'annoncent dans un résumé de communication à faire au douzième Congrès de l'Union Internationale de Cristallographie, Ottawa, 1981. Dans ce résumé, la formule chimique n'est ni confirmée, ni infirmée. Nous n'avons pas eu connaissance de la communication elle-même; depuis 1981, aucun article sur la furongite n'a été publié et notre demande de renseignements supplémentaires à MM. Shen et Peng est restée sans réponse.

BIBLIOGRAPHIE

- DELIENS, M. & PIRET, P., 1977. Les phosphates d'uranyle et d'aluminium de Kobokobo. I. Données préliminaires. Bull. Soc. belge Géol., 86 : 183-190.
- DELIENS, M. & PIRET, P., 1982. Les phosphates d'uranyle et d'aluminium de Kobokobo. VI. La triangulite, Al₃(UO₂ • PO₄)₄(OH)₅ • 5H₂O, nouveau minéral. Bull. Minéral., 105 : 611-614.
- DELIENS, M. & PIRET, P., 1985. Les phosphates d'uranyle et d'aluminium de Kobokobo. VII. La moreauïte, Al₃UO₂(PO₄)₃(OH)₂ • 13H₂O, nouveau minéral. Bull. Minéral., 108 : 9-13.
- HUNAN team (1976). A new mineral discovered in China. Furongite Al₂(UO₂)(PO₄)₂(OH)₂ • 8H₂O. Acta Geol. Sinica, 2 : 203-204.
- HUNAN team (1979). The mineralogical investigation of furongite. Scientia Sinica, 22 (2) : 199-206.
- SHEN, J & PENG, Z., 1981. The crystal structure of furongite. Acta Cryst., A 37, suppl. C - 186.