

UNE ASSOCIATION DE MOLYBDATES D'URANIUM  
DE SHINKOLOBWE  
(RÉGION DU SHABA, RÉPUBLIQUE DU ZAIRE) (\*)

par M. DELIENS (\*\*)

RÉSUMÉ

Un échantillon (\*\*\*) constitué principalement de molybdénite ( $\text{MoS}_2$ ) et accessoirement d'uraninite ( $\text{UO}_2$ ), originaire de la mine d'uranium de Shinkolobwe, est partiellement recouvert d'enduits pulvérulents et de cristaux isolés ou groupés, de formes et de couleurs variées, qu'une identification par diffraction X a révélé comprendre notamment des molybdates d'uranium. Il s'agit d'*iriginite*  $\text{U}(\text{MoO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , d'*umohoïte*  $[\text{UO}_2 \cdot \text{MoO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$  et d'un *molybdate* apparenté à l'*umohoïte* mais dont l'analyse spectrale permet de déceler des quantités appréciables de calcium et de magnésium. À ces minéraux sont associées de la *wulfénite*, de la *zippéite* et de la *siegenite*. L'échantillon est pris dans une gangue siliceuse peu abondante; quelques cristaux de *quartz* colorés en jaune, en prismes isolés ou tapissant de petites géodes, complètent l'association. La plupart de ces minéraux n'ont pas encore été signalés à Shinkolobwe.

ABSTRACT

A peculiar assemblage of uranium molybdates at Shinkolobwe (Shaba, Zaïre) is described. These minerals occur as fine-grained crusts or as tiny plates on massive uraninite and molybdenite. X-ray investigation has permitted the identification of Iriginite  $[\text{U}(\text{MoO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ , Umohoïte  $[\text{UO}_2 \cdot \text{MoO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$  and a new uranium molybdate in which examination by flame spectrophotometry reveals the presence of Ca and Mg. Detailed study of this mineral is under way. These molybdates are associated with Siegenite, Wulfenite, Quartz and Zippeite.

Iriginite, Umohoïte and Zippeite were not yet mentioned from Shinkolobwe.

DESCRIPTION DES MINÉRAUX

ACCOMPAGNANT LA MOLYBDÉNITE ET L'URANINITE

a) *Molybdates d'uranium.*

— *Iriginite*,  $\text{U}(\text{MoO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  : le minéral se présente sous quatre aspects différents, qui sont néanmoins caractérisés par des spectres de diffraction X très voisins (Tableau I).

La première présentation consiste en agrégats de petits cristaux jaune vif à éclat vitreux, très tendres; ce faciès est signalé par différents auteurs pour des iriginites d'U.R.S.S. (R. V. GETSEVA et K. T. SAVEL'ÉVA, 1956; M. V. SOBOLEVA et I. A. PUDOVKINA, 1957; G. Yu. EPSHTEIN, 1959). Les trois autres faciès d'*iriginite* consistent en tablettes aplaties peu allongées, d'aspect micacé : on distingue des zones allongées formées de tablettes jaune verdâtre à éclat résineux, des plages constituées de

(\*) Communication présentée et manuscrit déposé le 3 décembre 1974.

(\*\*) Musée royal de l'Afrique centrale, B-1980 Tervuren, Belgique.

(\*\*\*) Enregistré sous le n° R.G.M. 6.442 dans la collection minéralogique du Musée royal de l'Afrique centrale.

TABLEAU I

*Spectres de diffraction X des quatre faciès d'iriginite de R.G.M. 6.442*

(*a* : variété jaune canari; *b* : variété jaune verdâtre; *c* : variété bleu-vert foncé; *d* : variété jaune bronze), comparés au spectre de référence de D. A. STEPHENSON (1964) (*e*).  
Caméra de 114,6 mm, radiation Cu K $\alpha$ ; filtre de nickel.

a		b		c		d		e	
d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I
8,55	10	8,7	15	8,7	15	8,60	10	8,71	30
7,11	30	7,0	10						
6,37	100	6,39	100	6,40	100	(6,44	100	6,35	100
				6,25	10	(6,13			
5,78	10	5,75	15	5,67	25	5,63	20	5,76	30
5,27	30	5,26	30	5,28	20	5,28	10	5,25	45
						5,11	5d	4,96	5
				4,55	10	4,61	10d		
4,28	30	4,31	30	4,26	40	4,25	40	4,28	50
				4,06	30	4,07	30		
				3,69	10	3,70	5		
3,60	10	3,60	20	3,58	10	3,56	5	3,60	30
3,47	10	3,43	15	3,42	15			3,42	20
3,33	10	3,33	20	3,34	30	3,32	15	3,33	40
3,23	80	3,22	90	3,21	60	3,19	20	3,21	100
3,11	40	3,11	30	3,11	30	3,11	10	3,11	45
				3,05	5	3,02	10d		
2,961	10	2,956	20	2,959	5			2,951	40
		2,890	10	2,877	15	2,876	10	2,885	20
		2,801	5	2,801	25	2,801	15	2,786	20
						2,687	30		
2,629	30	2,625	40	2,622	20	2,625	20	2,621	55
				2,574	10	2,571	5	2,555	20
		2,335	5b	2,350	5				
								2,317	15
				2,233	10	2,230	10		
2,146	30	2,141	30	2,144	30	2,141	10	2,132	20
2,076	10	2,074	10	2,100	10	2,060	10	2,075	35
2,029	10	2,026	10	2,029	10	2,025	10	2,022	40
		1,977	5	1,981	5b			1,977	25
		1,937	5	1,926	10b	1,930	5	1,938	25
		1,920	10					1,916	20
		1,877	5			1,881	5	1,875	15
		1,841	20	1,840	15	1,841	5	1,835	45
		1,800	5					1,792	15
		1,762	5	1,760	10			1,760	25
		+ 6 lignes jusqu'à d = 1,543				+ 3 lignes jusqu'à d = 1,531		+ 30 lignes jusqu'à d = 0,999	

tablettes de couleur bronze et enfin, des amas plus confus de tablettes bleu-vert foncé, rappelant la vivianite.

Les spectres X des faciès jaune vif, jaune verdâtre et bleu-vert foncé sont comparables au spectre de l'iriginite fourni par D. A. STEPHENSON (1964); le spectre de la variété jaune bronze, quoique très proche des précédents, s'en distingue par des modifications dans les intensités des réflexions.

— *Umohoïte* ( $\text{UO}_2\text{MoO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  ?) : le minéral se présente sous deux faciès :

1. En tablettes aplaties atteignant 1 mm de long; le clivage est dans le plan de l'allongement et la teinte du minéral varie du bleu-vert au noir en fonction de l'épaisseur de l'empilement des tablettes.
2. En placages noirs très finement grenus, au sein desquels on ne distingue aucune structure cristalline et qui sont généralement saupoudrés d'un enduit fluorescent vert non identifié.

Les spectres de diffraction X des deux faciès d'umohoïte coïncident avec celui renseigné par R. G. COLEMAN et D. E. APPLEMAN (1957) pour l'umohoïte du Wyoming. (A.S.T.M. 11-375), (tableau II).

— *Molybdate d'uranium, de calcium et de magnésium* : ce minéral, en cours d'identification a été analysé qualitativement par spectrométrie de flamme; de l'uranium, du molybdène, du calcium et du magnésium ont été mis en évidence. Il se présente en tablettes aplaties ne dépassant guère 2 mm de longueur; les tablettes affectent une disposition fasciculée; la teinte varie du bleu-vert foncé au noir. Le spectre de diffraction X de ce minéral figure au tableau II. Il renferme d'une part les réflexions de l'umohoïte (A.S.T.M. 11-375) et, d'autre part, une série de réflexions supplémentaires correspondant en partie au spectre de P.-K. HAMILTON et P. F. KERR (1959) relatif à une umohoïte de l'Utah (A.S.T.M. 12-778, tableau II). Les tablettes examinées en diffraction X semblant homogènes, le spectre composite pourrait être dû à la présence d'au moins deux sortes de feuillets correspondant à des degrés d'hydratation différents. L'un de ces stades est comparable, d'après son spectre de diffraction X, à l'umohoïte de R. G. COLEMAN et D. E. APPLEMAN (A.S.T.M. 11-375); le (ou les) autre(s) stade(s) sont apparentés aux 3 modes de cristallisation renseignés par P.-K. HAMILTON et P. F. KERR (A.S.T.M. 12-778).

Le calcium et le magnésium, décelés à l'analyse spectrale, seraient localisés dans un ou plusieurs types de feuillets.

L'étude des tablettes à spectre de diffraction X composite fera l'objet d'une note séparée. Signalons par ailleurs que J. F. VAES (1958) a fourni des données fragmentaires sur un molybdate d'uranium et de magnésium de Shinkolobwe susceptible d'être identique à notre minéral.

#### b) *Autres minéraux.*

— *Wulfénite* ( $\text{PbMoO}_4$ ) : le minéral se présente en cristaux isolés ou en placages rouge-brun transparents. La présence de wulfénite, associée à un molybdate d'uranium, a déjà été signalée par J. F. VAES (1958).

— *Zippéite* ( $3\text{UO}_3 \cdot 2\text{SO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) : le sulfate hydraté d'uranium est disséminé sous forme de fines ponctuations jaune-orange verdâtres et recouvre indistinctement toutes les autres espèces minérales du spécimen R.G.M. 6.442.

— *Siegenite* ( $\text{NiCo}_2\text{S}_4$ ) : le sulfure est aisément décelable grâce à son éclat métallique blanc. Il est peu abondant et se trouve associé au minerai primaire de molybdénite et d'uraninite.

— Quartz ( $\text{SiO}_2$ ) : indépendamment des grains de quartz constituant la gangue du minerai, on trouve sur l'échantillon des prismes isolés, colorés en jaune, ainsi que des cristaux tapissant de petites géodes.

TABLEAU II

*Spectres de diffraction X de l'umohoïte R.G.M. 6.442, du molybdate de U-Ca-Mg, R.G.M. 6.442 et de 2 umohoïtes de référence (ASTM 11-375 et 12-778).  
Caméra de 114,6 mm, radiation Cu  $K\alpha$ , filtre Ni.*

Umohoïte						Molybdate U-Mg-Ca	
R.G.M. 6.442		ASTM 11-375		ASTM 12-778		R.G.M. 6.442	
d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I
14,1	30	14,1	25	16,83	70	16,5	40
				11,77	2	14,2	20
				10,77	2		
				9,71	4		
		8,2	1	8,42	100	8,34	40
7,23	100	7,3	100B	7,19	4	7,13	60
6,99		6,96		6,23	4		
6,26	5	6,31	9	5,604	100	5,54	50
		6,02	9				
		5,44	5	5,063	2		
5,29	10	5,11	5	4,844	4	4,75	20
		4,82	5				
4,72	50	4,74	20	4,619	4		
				4,393	2		
4,30	5	4,41	1	4,208	4	4,14	5
		4,23	3				
		3,96	1			3,734	10
3,75	10	3,74	5			3,573	5
3,53	25	3,54	9				
				3,349	75		
3,33	10					3,336	10
3,21	40	3,22	50	3,218	4	3,228	100
		3,18	25	3,173	10	3,173	100
		3,10	13				
3,05	40	3,06	3	3,056	4		
		3,03	20			3,033	50B
		2,98	13				
2,931	10	2,93	3	2,957	2		
		2,88	3	2,910	2	2,914	5

Umohoïte				Molybdate U-Mg-Ca					
R.G.M. 6.442		ASTM 11-375		ASTM 12-778		R.G.M. 6.442			
d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I		
2,836	30	2,85 } 2,83 } 2,77 } 2,64 } 2,57 } 2,48 } 2,42 } 2,37 } 2,33 } 2,28 } 2,15 } 2,10 } 2,07 } 2,04 }	20B 3 2 7 5 3 1 3 1 1 1 7 20	2,791	45	2,415	2	2,831 } 2,777 } 2,546	20 20 10B
2,518	20	2,37	1	2,301	2	2,312	5		
2,365	10	2,33	3	2,225	2				
2,263	10	2,28	1	2,134	4				
		2,15	1	2,092	40	2,084	10		
		2,10	1						
		2,07	7						
2,030	50	2,04	20	2,034	2	2,034	30		
+ 10 lignes jusqu'à d = 1,613		+ 15 lignes jusqu'à d = 1,23		+ 9 lignes jusqu'à d = 1,521		+ 6 lignes jusqu'à d = 1,552			

## RELATIONS ENTRE LES DIFFÉRENTS MINÉRAUX DE MOLYBDÈNE

Le minerai primaire est constitué de molybdénite, d'uraninite et accessoirement de siegenite. Les molybdates d'uranium secondaires sont de trois types : l'umohoïte, l'iriginite et le molybdate d'uranium, de calcium et de magnésium à spectre composite. L'*umohoïte* finement grenue correspond vraisemblablement à l'altération de l'umohoïte cristallisée en tablettes; ce faciès fin semble lié à l'apparition des autres minéraux secondaires d'uranium (R. G. COLEMAN et D. E. APPLEMAN, 1957).

Les tablettes d'*umohoïte* et les cristaux fasciculés du *molybdate d'uranium*, de *magnésium* et de *calcium* sont relativement frais; l'altération de certains d'entre eux se marque par l'apparition de tablettes micacées jaune bronze à spectre d'*iriginite*. Les tablettes d'*iriginite* bleu-vert foncé et jaune verdâtre, qui ne sont plus associées directement, soit à l'umohoïte en tablettes, soit aux cristaux de molybdate U-Ca-Mg, peuvent en constituer une altération plus marquée; le stade ultime étant alors représenté par les petits cristaux jaune vif dont la morphologie et le spectre de diffraction X correspondent le mieux aux données de la littérature relatives à l'iriginite (G. EPSHTEIN 1959, notamment).

## CONCLUSION

A l'exception d'un molybdate d'uranium et de magnésium signalé par J. F. VAES (1958) à Shinkolobwe, une association aussi variée de molybdates d'uranium n'avait pas encore été décrite dans ce gisement. La zippéite et la wulfénite s'ajoutant également à la liste des minéraux de Shinkolobwe. L'étude détaillée du molybdate d'uranium, de magnésium et de calcium de l'échantillon R.G.M. 6.442 permettra peut-être de l'identifier au molybdate décrit par VAES en 1958 sous le nom de « cousinite »; ce dernier minéral n'avait cependant pas été retenu par le Comité de Nomenclature car les propriétés physiques mentionnées par VAES étaient trop fragmentaires et le spectre de diffraction X n'était pas renseigné, comme le fait remarquer M. FLEISCHER (1958).

## BIBLIOGRAPHIE

- COLEMAN, R. G. and APPLEMAN, D. E., 1957. — Umohoïte from the Lucky Mc Mine, Wyoming. *Amer. Min.*, **42**, pp. 657-660.
- EPSHTEIN, G. Yu., 1959. — On the molybdates of uranium-moluranite and iriginite. *Zapiski V ses. Mineral. Obshch.*, **88**, 564-570. (in Russian). Résumé dans New mineral names. Iriginite. *Amer. Min.*, **45**, pp. 257-258 (1960).
- FLEISCHER, M., 1958. — New mineral names, cousinite. *Amer. Min.*, **44**, p. 910.
- GETSEVA, R. V. and SAVEL'eva, K. T., 1956. — Handbook for the determination of uranium minerals, Moscow, 260 pp. (in Russian). Résumé dans New mineral names, Iriginite. *Amer. Min.*, **43**, p. 379 (1958).
- HAMILTON, P.-K. and KERR, P. F., 1959. — Umohoïte from Cameron, Arizona. *Amer. Min.*, **44**, pp. 1248-1260.
- SOBOLEVA, M. V. and PUDOVKINA, I. A., 1957. — Uranium Minerals Handbook, Moscow, 404 pp. (in Russian). Résumé dans New mineral names, Iriginite. *Amer. Min.*, **43**, p. 379 (1958).
- STEPHENSON, D. A., 1964. — Iriginite from South Dakota. *Amer. Min.*, **49**, pp. 408-414.
- VAES, J. F., 1958. — Cousiniet, een nieuw uraanmineraal. *Geologie en Mijnbouw*, **20**, p. 449.