

La phurcalite, $\text{Ca}_2(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, nouveau minéral

par MICHEL DELIENS,

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

et PAUL PIRET,

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

Résumé. — La phurcalite se présente en plaquettes jaunes. La dureté est voisine de 3 ; la densité calculée est de 4,26 g/cm³. Le minéral est biaxe (—), $n_g = 1,749$, $n_m = 1,730$, $n_p = 1,690$, $2V = 68^\circ$. La phurcalite est orthorhombique avec : $a = 17,426 \text{ \AA}$, $b = 16,062 \text{ \AA}$ et $c = 13,592 \text{ \AA}$, $Z = 8$. Le groupe spatial est $Pbca$. Les raies principales du diagramme de poudre sont : 8,05, 020 (100) ; 3,10, 521 et 214 (80) ; 3,09, 502 (80) et 2,878, 522 (70). La formule provenant de l'analyse chimique et de la détermination de la structure est : $\text{Ca}_2[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Le minéral provient du gisement de Bergen an der Trieb, Saxe, R. D. A. Le nom rappelle la composition chimique.

Mots clés : phurcalite, phosphate d'uranium et de calcium, Allemagne.

Phurcalite, $\text{Ca}_2(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, new mineral.

Abstract. — Phurcalite occurs as yellow plates. Hardness near 3 ; calculated density 4.26 g/cm³. Optically (—), $2V = 68^\circ$; $n_g = 1.749$, $n_m = 1.730$ and $n_p = 1.690$. Orthorhombic with : $a = 17.426 \text{ \AA}$, $b = 16.062 \text{ \AA}$ and $c = 13.592 \text{ \AA}$. $Z = 8$. Space group $Pbca$. Formula from chemical analysis and structure determination : $\text{Ca}_2[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. The strongest powder lines are 8.05, 020 (100) ; 3.10, 521 and 214 (80) ; 3.09, 502 (80) and 2.878, 522 (70). Phurcalite occurs at Bergen an der Trieb, Saxony, Eastern Germany. Named from the chemical composition.

Key words : phurcalite, phosphate of uranium and calcium, Germany.

INTRODUCTION.

La phurcalite provient du gisement de Bergen an der Trieb situé dans le Vogtland, en Saxe (R. D. A.). L'échantillon était à l'origine catalogué comme bergénite, $\text{Ba}(\text{UO}_2)_4(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, dans la collection destinée aux échanges de l'École des Mines de Paris. Les caractères macroscopiques du minéral correspondaient parfaitement à la description de la bergénite (Bultemmann et Moh, 1959), toutefois, l'absence de fluorescence à la lumière UV nous a conduit à entreprendre l'étude détaillée de cet échantillon et nous a permis d'identifier une nouvelle espèce minérale : la phurcalite.

CARACTÈRES MACROSCOPIQUES.

La phurcalite se présente en tablettes aplaties suivant $[010]$ et allongées suivant $[001]$. Les cristaux fasciculés atteignent au maximum 1 mm de longueur. La couleur est jaune vif et l'éclat vitreux, presque adamantin. Les tablettes de forme $\{010\}$ sont généralement tronquées (fig. 1). Les gerbes de phurcalite, associées à des cristaux d'hématite spéculaire, tapissent les parois de géodes de quartz au sein d'une roche granitique. Aucun autre minéral d'uranium n'est associé à la phurcalite dans l'échantillon. La dureté est voisine de 3. La densité n'a pu être mesurée exactement étant donné la faible quantité de matière disponible ; elle est néanmoins supérieure à 4,03 g/cm³ puisque les cristaux s'enfoncent lentement dans la solution de Clérici. Le minéral n'est pas fluorescent.

PROPRIÉTÉS OPTIQUES.

Les tablettes de phurcalite sont fortement pléochroïques, jaune vif à jaune pâle presque incolore. Les indices de réfraction sont les suivants : n_g (jaune vif) = $1,749 \pm 0,001$; n_m (jaune très pâle) = $1,730 \pm 0,001$ et n_p (calculé) = 1,690. Le minéral est biaxe négatif, $2V = 68^\circ$. L'allongement est positif. L'orientation



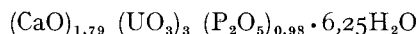
FIG. 1. — Tablettes de phurcalite (microscope à balayage, $\times 150$).

optique est la suivante : $n_g // a$; $n_p // b$ et $n_m // c$. Il existe 3 clivages : {001}, {010} (parfait) et {100}.

COMPOSITION CHIMIQUE.

L'analyse à la microsonde électronique a été effectuée par J. Wautier au Laboratoire de Pétrographie de l'Université de Louvain. La méta-autunite, $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (formule valable sous vide) a été utilisée comme standard. Les pourcentages suivants ont été obtenus pour la phurcalite : $\text{CaO} = 8,3 \%$; $\text{P}_2\text{O}_5 = 11,5 \%$; $\text{UO}_3 = 70,9 \%$, total $90,7 \%$ (H_2O par différence = $9,3 \%$). Les pourcentages calculés sur la base de la formule $\text{Ca}_2(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (déjà trouvée grâce à la résolution complète de la structure) sont : $\text{CaO} = 9,2 \%$; $\text{P}_2\text{O}_5 = 11,6 \%$; $\text{UO}_3 = 70,3 \%$ et $\text{H}_2\text{O} = 8,9 \%$.

La formule expérimentale est :



DONNÉES RADIOCRISTALLOGRAPHIQUES.

Le spectre de poudre (radiation $\text{CuK}\alpha$, filtre de Ni, caméra de 114,6 mm) est mentionné au tableau I et comparé au spectre de la phosphuranylite (A. S. T. M. 19-898). Les indices h et k de la phosphuranylite ont été intervertis afin de faciliter la comparaison avec la phurcalite. La position de certaines raies est semblable (les paramètres de la maille sont en effet très proches de ceux de la phosphuranylite), mais les intensités sont très différentes.

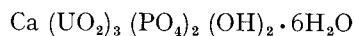
L'étude de monocristaux (spectres de rotation, de précession, de Weissenberg et du diffractomètre à 4 cercles) a donné les résultats suivants : la phurcalite appartient au système orthorhombique avec

$a = 17,426 (3) \text{ \AA}$; $b = 16,062 (3) \text{ \AA}$; $c = 13,592 (3) \text{ \AA}$; $V = 3,803 \text{ \AA}^3$; $Z = 8$; $d_{\text{calc}} = 4,26 \text{ g/cm}^3$.

Les conditions de présence des réflexions sont les suivantes : $0kl : k = 2n$; $h0l : l = 2n$; $hko : h = 2n$.

Le groupe spatial est $Pbca$ (n° 61).

Les valeurs des paramètres de la maille montrent que la phurcalite fait partie du groupe de la phosphuranylite (Strunz, 1970). Shashkin et Sidorenko (1974) fournissent ainsi pour ce dernier minéral les données suivantes :

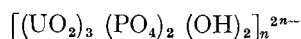


$a = 17,38 \text{ \AA}$; $b = 15,95 \text{ \AA}$; $c = 13,75 \text{ \AA}$; $V = 3,811 \text{ \AA}^3$; $Z = 8$; $d_{\text{calc}} = 4,14 \text{ g/cm}^3$.

Groupe spatial : $A2_122$ (n° 20).

STRUCTURE.

La structure complète de la phurcalite a été déterminée (Piret et Declercq, 1978). Elle montre la présence de feuillets



similaires à ceux de la phosphuranylite (Shashkin et Sidorenko, 1974) et de la dumontite : $\text{Pb}_2[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2](\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Piret-Meunier, Léonard et Van Meerssche, 1962). Ces feuillets sont reliés entre eux par les 2 ions Ca^{++} , 2 groupes d'hydroxyles et 4 molécules d'eau. La formule de structure est donc :

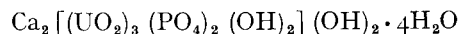


TABLEAU I.

Spectres de diffraction X de la phurcalite de Bergen et de la phosphuranylite de Saddle Ridge Mine, Australie (A. S. T. M. 18-898).

PHURCALITE				PHOSPHURANYLITE			
$d_{\text{mes.}}$	$I_{\text{obs.}}$	$d_{\text{calc.}}$	hkl	d	I	hkl (*)	
8,05	100	8,05	020	10,4	50	011	
6,85	5	6,80	002	8,90	10	111	
				8,68	10	200	
				7,96	80	020	
				6,90	20	002	
				6,68	20	211	
				6,43	20	102	
				5,86	80	220	
				5,40	10	202	
				5,22	10	022	
				4,99	10	122	
4,53	10	4,51	230	4,77	10	131	
				4,46	10	222	
4,24	30	4,25	312	4,43	80	302	
				4,30	10	231	
4,00	30	4,02	040	4,00	50	411	
				3,98	40	040	
				3,93	10	213	
				3,87	80	322	
3,83	25	3,86	041	3,81	60	420	
				3,67	10	402	
3,39	50	3,41	332	3,45	70	042	
		3,40	004			004	
				3,40	10	133	
				3,38	10	142	
				3,20	40	233,204	
3,10	80	3,11	521,214	3,16	100	024	
3,09	80	3,10	502	3,09	100	124,413	
				2,954	10		
2,878	70	2,890	522	2,883	100		
				2,694	10		
2,608	10	2,611	523	2,569	10		
2,572	10	2,589	541	2,519	20		
				2,489	40		
2,439	10	2,455	542	2,439	30		
				2,230	20		
				2,164	40		
2,148	10	2,155	810	2,126	30		
				2,117	10		
2,090	15 B	2,099	561	2,099	10		
		2,093	316	2,083	30		
				2,057	40		
				2,020	10		
				2,011	10		
				1,975	10		
				1,963	10		
				1,913	50		
				1,895	20		
1,841	25	1,848	526	1,859	50		
		1,839	083	1,825	20		
+ 6 réflexions jusqu'à 1,681							

(*) Les paramètres h et k ont été intervertis pour la phosphuranylite.

NOMENCLATURE.

Le nom du minéral provient de sa composition chimique : PHosphore, URanium et CALcium. La description du minéral a été approuvée par la Commission des Nouveaux minéraux de l'I. M. A. (vote du 6 décembre 1977, n° 40, liste 77), par 17 voix contre 2 et 1 abstention, et le nouveau nom par 16 voix contre 1 et 3 abstentions.

L'échantillon type de phurcalite est conservé dans la collection minéralogique du Musée royal de l'Afrique centrale à Tervuren (Belgique) ; il porte le n° d'enregistrement R. G. M. 13.388.

REMERCIEMENTS.

Nous remercions M. G. Comblain, technicien au Musée royal de l'Afrique centrale, qui est à l'origine de la découverte du nouveau minéral, ainsi que le

Professeur Antoine (Laboratoire forestier de l'Université, à Louvain-la-Neuve) pour l'utilisation du microscope électronique à balayage.

Reçu le 19 décembre 1977.

Accepté le 24 février 1978.

BIBLIOGRAPHIE

- BULTEMAN, H. W. et MOH, G. H. (1959). — Bergeinit, ein neues Mineral des Phosphuranyl-Gruppe. *Neues Jb. Mineral. Monatsh., Dtsch.*, 232-233.
- PIRET-MEUNIER, J., LEONARD, A. et VAN MEERSCH, M. (1962). — Structure de la dumontite. *Bull. Acad. roy. Belg., Classe Sci.*, 48, 751-760.
- PIRET, P. et DECLERCQ, J.-P. (1978). — Structure de la phurcalite $\text{Ca}_2 [(\text{UO}_2)_3 (\text{PO}_4)_2 (\text{OH})_2] (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. A paraître.
- SHASHKIN, D. P. et SIDORENKO, G. A. (1974). — Crystal structure of phosphuranylite $\text{Ca} [(\text{UO}_2)_3 (\text{PO}_4)_2 (\text{OH})_2] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. *Dokl. Akad. Nauk S. S. S. R.*, 220, 1161-1164.
- STRUNZ, H. (1970). — Mineralogische Tabellen, p. 355.

Bull. Minéral.

(1978), 101, 358-362.

Thermoluminescence glow curve and spectrum of zircon (sand)

by VINOD K. JAIN,

Health Physics Division, Bhabha Atomic Research Centre, Bombay 400 085, India.

Abstract. — Thermoluminescence of zircon sand obtained from the monazites areas of Kerala, India, has been investigated. After gamma irradiation the glow curve shows a peak at 100° C and then extends up to about 400° C. However, the sensitivity is poor. Heating the sand at high temperatures improves the sensitivity several fold. The zircon so sensitized shows glow peaks at 100, 180, 240, 275 and 375° C. There is also a fast fading peak at about 50° C. Thermoluminescence spectra have been recorded at temperatures corresponding to these peaks. Except the first, for all others the spectra can be identified as due to Tb^{3+} . The first peak has a broad spectrum with line spectrum superimposed.

Key words : thermoluminescence, zircon (sand).

Courbe de TL et spectre du zircon (sable).

Résumé. — On a analysé la thermoluminescence de sable zirconique provenant d'une zone à monazite en Kerala, Inde. Après irradiation γ , la courbe de TL montre un pic à 100° C et puis s'étend jusqu'à 400° C. La sensibilité est toutefois faible. Le chauffage du sable à hautes températures augmente plusieurs fois la sensibilité. Le zircon ainsi sensibilisé montre des pics de TL à 100, 180, 240, 275 et 375° C. Il présente aussi un pic à 50° C qui perd vite son éclat. On a enregistré les spectres de thermoluminescence aux températures qui correspondent à ces pics. Tous les pics, à l'exception du premier, sont imputables à Tb^{3+} . Le premier pic a un spectre large avec une raie noire du spectre superposée.

Mots clés : thermoluminescence, zircon (sable).

Zircon is expected to show significant thermoluminescence (TL) (McDougall, 1968). TL of zircon grains separated from archaeological samples is used for the dating of the latter (Sutton and Zimmerman, 1976; Zimmerman *et al.*, 1974). However, there are few studies on the TL of zircon bulk material reported in literature. The few publications that are available deal with geologic age of zircon TL dating (Vaz and Senftle, 1971 a) or with natural radiation damage in it (Vaz and Senftle, 1971 b). Recently Caruba *et al.* (1975) have studied the TL of synthetic zircons grown by the hydrothermal method. Iaconni

et al. (1975) have reported the TL response after irradiation with UV of zircons and malacons obtained from a number of sources. Caruba *et al.* (1974) have also tried to dope synthetic zircons and zirconia with Dy and seen the effect on TL response. Dy and Sm have also been found responsible for TL in zircon by Iaconni *et al.* (1975). The role of rare earths in the fluorescence of zircon has long been known (Nicholas, 1966; Trofimov, 1962). The natural and gamma ray induced thermoluminescence of zircon and other silicate minerals was reported earlier (Jain and Mitra, 1977). Here we report on the TL of zircon sand