



La sabatierite, un nouveau sélénure de cuivre et de thallium

Zdenek Johan, Kvacek Milan, Paul Picot

► To cite this version:

Zdenek Johan, Kvacek Milan, Paul Picot. La sabatierite, un nouveau sélénure de cuivre et de thallium. Bulletin de Minéralogie, 1978, 101 (5), pp.557-560. 10.3406/bulmi.1978.7227 . insu-03125261

HAL Id: insu-03125261

<https://insu.hal.science/insu-03125261>

Submitted on 29 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NoDerivatives 4.0 International License

La sabatierite, un nouveau séléniure de cuivre et de thallium

Zdenek Johan, Milan Kvacek, Paul Picot

Citer ce document / Cite this document :

Johan Zdenek, Kvacek Milan, Picot Paul. La sabatierite, un nouveau séléniure de cuivre et de thallium. In: Bulletin de Minéralogie, volume 101, 5-6, 1978. pp. 557-560;

doi : <https://doi.org/10.3406/bulmi.1978.7227>

https://www.persee.fr/doc/bulmi_0180-9210_1978_num_101_5_7227

Fichier pdf généré le 15/01/2021

Abstract

Sabatierite, Cu_6TlSe_4 , is orthorhombic (indexing of powder pattern) with $a = 3.986$; $b = 5.624$; $c = 9.778$ Å ; $Z = 1$; the calculated specific gravity is 6.78 g/cm³. The strongest lines in the powder pattern are : 3.987 (5), 3.089 (10), 2.706 (7), 2.525 (5), 2.445 (6), 1.991 (7), 1.847 (6), 1.673 (5) Å. Average composition from microprobe analyses : Cu 42.71 ; Tl 22.44 ; Se 34.57, total 99.72 %, giving a formula $\text{Cu}_{6.06}\text{Tl}_{0.99}\text{Se}_{3.95}$. In reflected light it is bluish gray in colour with slightly cream tint. Reflectivity values : 33.2-31.0 (420) ; 32.2-29.5 (500) ; 30.6-27.9 (540) ; 27.2-25.3 (600) ; 21.6-21.3 (700 nm). Strongly anisotropic with undulatory extinction. Microhardness (Vickers) : 54 ± 7 kg/mm². Found in Bukov ore deposit, Moravia, Czechoslovakia, associated with crookesite and berzelianite. Extremely rare. The name is for Germain Sabatier.

Résumé

La sabatierite, Cu_6TlSe_4 , est orthorhombique (indexation du diagramme de poudre), avec $a = 3,986$, $b = 5,624$, $c = 9,778$ Å, $Z = 1$; la densité calculée est égale à 6,78 g/cm³. Raies les plus intenses du diagramme de poudre : 3,987 (5), 3,089 (10), 2,706 (7), 2,525 (5), 2,445 (6), 1,991 (7), 1,847 (6), 1,673 (5) Å. Les analyses à la microsonde électronique ont donné la composition moyenne suivante : Cu 42,71 ; Tl 22,44 ; Se 34,57, total 99,72 %, conduisant à la formule $\text{Cu}_{6,06}\text{Tl}_{0,99}\text{Se}_{3,95}$. En lumière réfléchie, la sabatierite est gris bleu avec une légère teinte crème. Pouvoir réflecteur : 33,2-31,0 (420) ; 32,2-29,5 (500) ; 30,6-27,9 (540) ; 27,2-25,3 (600) ; 21,6-21,3 (700 nm). Fortement anisotrope ; extinction roulante. Microdureté (Vickers) : 54 ± 7 kg/mm². Trouvée dans le gisement de Bukov, Moravie, Tchécoslovaquie, associée à la crookesite et à la berzelianite. Très rare. Nommée en l'honneur de Germain Sabatier.

- PUGA, E. (1970). — Tres variedades de cloritoide en Sierra Nevada (Cordilleras Beticas, Espana). *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 1, 65-70.
- RAO, T. R. (1970). — The occurrence of ottrelite along the thrust zone in the Pakhals of Yellandlapad area, Andhra Pradesh, India. *Geol. Mag.*, 106, 452-456.
- RAUW, H. (de) (1911). — Note sur la salmite, le rutile et la tourmaline d'Ottré. *Ann. Soc. géol. Belgique*, 38, B 209-B 214.
- RENARD, A. et VALLÉE POUSSIN, C. (de la) (1879). — Note sur l'ottrélite. *Ann. Soc. géol. Belgique*, 6, 51-68.
- TARTE, P. (1958). — Recherches sur les fréquences de déformation OH. I : Spectre infrarouge des sels basiques de cuivre. *Spectrochim. Acta*, 13, 107-119.
- WILSON, A. D. (1960). — The micro-determination of ferrous iron in silicate minerals by a volumetric and a colorimetric method. *The Analyst*, 85, n° 1016, 823-827.

Bull. Minéral.

(1978), 101, 557-560.

La sabatierite, un nouveau sélénure de cuivre et de thallium

par ZDENEK JOHAN ⁽¹⁾, MILAN KVAČEK ⁽²⁾ et PAUL PICOT ⁽³⁾.

Résumé. — La sabatierite, Cu_6TlSe_4 , est orthorhombique (indexation du diagramme de poudre), avec $a = 3,986$, $b = 5,624$, $c = 9,778$ Å, $Z = 1$; la densité calculée est égale à $6,78 \text{ g/cm}^3$. Raies les plus intenses du diagramme de poudre : 3,987 (5), 3,089 (10), 2,706 (7), 2,525 (5), 2,445 (6), 1,991 (7), 1,847 (6), 1,673 (5) Å. Les analyses à la microsonde électronique ont donné la composition moyenne suivante : Cu 42,71; Tl 22,44; Se 34,57, total 99,72 %, conduisant à la formule $\text{Cu}_{6,06}\text{Tl}_{0,99}\text{Se}_{3,95}$. En lumière réfléchie, la sabatierite est gris bleu avec une légère teinte crème. Pouvoir réflecteur : 33,2-31,0 (420); 32,2-29,5 (500); 30,6-27,9 (540); 27,2-25,3 (600); 21,6-21,3 (700 nm). Fortement anisotrope; extinction roulante. Microdureté (Vickers) : $54 \pm 7 \text{ kg/mm}^2$. Trouvée dans le gisement de Bukov, Moravie, Tchécoslovaquie, associée à la crookesite et à la berzelianite. Très rare. Nommée en l'honneur de Germain Sabatier.

Mots clés : sabatierite, nouveau minéral, sélénure de Tl et Cu, crookesite.

Sabatierite, a new copper thallium selenide.

Abstract. — Sabatierite, Cu_6TlSe_4 , is orthorhombic (indexing of powder pattern) with $a = 3,986$; $b = 5,624$; $c = 9,778$ Å; $Z = 1$; the calculated specific gravity is $6,78 \text{ g/cm}^3$. The strongest lines in the powder pattern are : 3,987 (5), 3,089 (10), 2,706 (7), 2,525 (5), 2,445 (6), 1,991 (7), 1,847 (6), 1,673 (5) Å. Average composition from microprobe analyses : Cu 42,71; Tl 22,44; Se 34,57, total 99,72 %, giving a formula $\text{Cu}_{6,06}\text{Tl}_{0,99}\text{Se}_{3,95}$. In reflected light it is bluish gray in colour with slightly cream tint. Reflectivity values : 33,2-31,0 (420); 32,2-29,5 (500); 30,6-27,9 (540); 27,2-25,3 (600); 21,6-21,3 (700 nm). Strongly anisotropic with undulatory extinction. Microhardness (Vickers) : $54 \pm 7 \text{ kg/mm}^2$. Found in Bukov ore deposit, Moravia, Czechoslovakia, associated with crookesite and berzelianite. Extremely rare. The name is for Germain Sabatier.

Key words : sabatierite, new mineral, Cu and Tl selenide, crookesite.

INTRODUCTION.

Plusieurs structures filoniennes, minéralisées en pechblende et renfermant une riche paragenèse de sélénures et de sulfures, ont été découvertes il y a une dizaine d'années, dans le bouclier du Massif de Bohême.

De nombreuses publications ont été consacrées à l'étude des minéraux provenant de ces gisements parmi lesquels il faut citer plusieurs espèces nouvelles,

telles que : bukovite (Johan et Kvaček, 1971 *b*), hakite (Johan et Kvaček, 1971 *a*), fischesserite (Johan *et al.*, 1971 *b*), permingeatite (Johan *et al.*, 1971 *a*), kru-taite (Johan *et al.*, 1972), bellidoite (De Montreuil, 1975), petrovicite (Johan *et al.*, 1976). Une description détaillée des paragenèses a été donnée par Kvaček (1965) et (1973). Il convient de souligner que du point de vue géochimique, ces minéralisations sont extrêmement complexes car plus qu'une dizaine d'éléments s'y trouvent minéralogiquement exprimés : Ag, Au, Bi, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Pd, Sb, Te, Tl.

Le gisement de Bukov, faisant partie du district minier de Rožná et situé dans la zone morave du Mol-danubien, s'est révélé particulièrement riche en thal-lium. En effet, on y trouve de la crookesite (Kvaček, 1966) formant parfois des accumulations dans la ber-zelianite massive et de la bukovite, $\text{Cu}_3\text{TlFe}_2\text{Se}_4$,

(1) G. I. S. B. R. G. M.-C. N. R. S., Centre de Recherche sur la Synthèse et la Chimie des Minéraux, 1 A, rue de la Férellerie, 45045 Orléans Cedex.

(2) Ústav nerozostných surovin, Kutná Hora, Tchécoslovaquie.

(3) B. R. G. M., Service géologique national, B. P. 6009, 45018 Orléans Cedex.

découverte dans ce gisement (Johan et Kvaček, 1971 *b*). Très rarement, la crookesite est accompagnée d'un autre séléniure de cuivre et de thallium dont la description fait l'objet de cette note.

Nous proposons de nommer ce minéral *sabatierite*, en l'honneur de Germain Sabatier, directeur de recherche au C. N. R. S., ancien directeur du Centre de Recherche sur la Synthèse et la Chimie des minéraux à Orléans, France (1).

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET OPTIQUES.

En lumière réfléchie, à l'air, la *sabatierite* a un pouvoir réflecteur nettement moins élevé que la *crookesite*, à peine plus fort que celui de la *berzelianite* (fig. 1). Par rapport à la *berzelianite*, sa couleur est

gris bleuâtre avec une légère teinte crème. La différence des pouvoirs réflecteurs de ces deux minéraux et de leurs couleurs est si faible qu'en lumière réfléchie non analysée, la présence des plages de *sabatierite* incluses dans la *berzelianite* peut facilement échapper à l'observation. A l'air, le pléochroïsme du nouveau minéral est faible mais perceptible ; dans l'huile, il devient net, allant de brun clair à bleu clair, moins franchement bleu que la *berzelianite*.

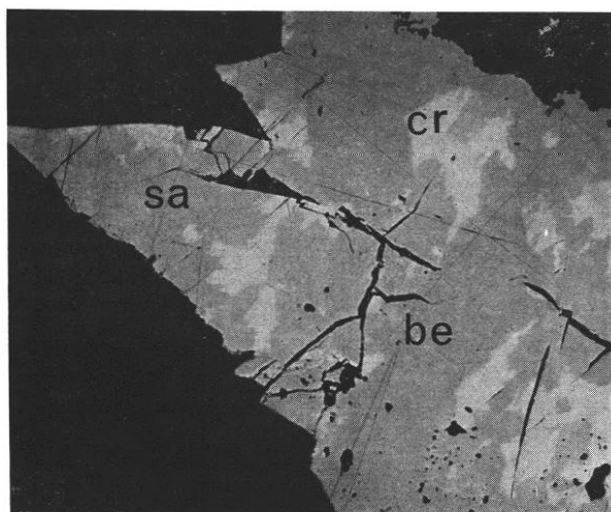
L'anisotropie est forte avec des effets chromatiques colorés : gris-bleu clair à jaune-brun foncé entre nicols complètement croisés. En les décroisant partiellement, on voit apparaître les couleurs brun-rouge foncé à gris bleuâtre. L'examen entre nicols croisés révèle que la *sabatierite* se présente en agrégats polycristallins à structure radiée et à extinction roulante (fig. 1). Cette structure nous a obligés à effectuer des mesures de pouvoir réflecteur sur les plages polycristallines. De ce fait, R_{min} et R_{max} (tabl. I) repré-

TABLEAU I.

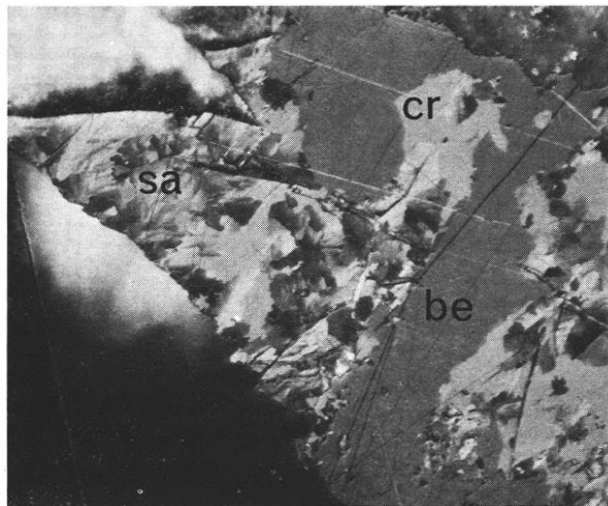
Pouvoirs réflecteurs de la *sabatierite*.

Monochromateur à prisme, photomultiplicateur à cathode S_{20} , objectif 44/o,65, étalon SiC (C. O. M.), compensation d'obliquité par $\left(\frac{R_{\perp} + R_{//}}{2}\right)$

λ (nm)	R_{max} (%)	R_{min} (%)
420	33.2	31.0
440	34.3	30.9
460	33.8	30.6
480	33.0	30.1
500	32.2	29.5
520	31.5	28.7
540	30.6	27.9
560	29.6	27.0
580	28.4	26.1
600	27.2	25.3
620	26.0	24.5
640	24.8	23.8
660	23.8	23.0
680	22.7	22.2
700	21.6	21.3



a



b

FIG. 1. — *Sabatierite* (sa) en agrégats radiaux remplaçant la *crookesite* (cr) incluse dans la *berzelianite* (be). Tous ces minéraux sont englobés dans une gangue carbonatée (calcite).

a) section polie, lumière réfléchie non analysée, immersion, 200 $\times$.
b) section polie, nicols croisés, immersion, 220 $\times$.

(1) La description de la *sabatierite* a été approuvée par la Commission internationale des nouveaux minéraux de l'I. M. A. par 17 voix contre 0, vote du 21.10.1976. Nouveau nom approuvé par 11 voix contre 0, vote du 24.03.1978.

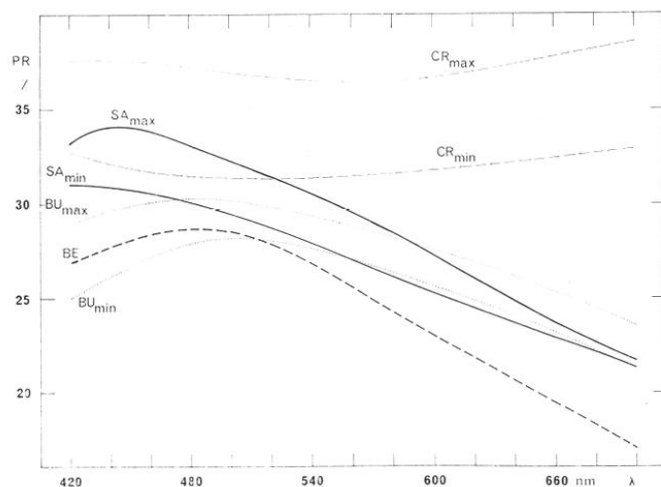


FIG. 2. — Comparaison des courbes de pouvoir réflecteur de : *sabatierite* (SA), *berzelianite* (BE), *bukovite* (BU) et *crookesite* (CR), provenant du gisement de Bukov, Moravie, Tchécoslovaquie.

sentent les valeurs extrêmes observées sur les plages d'orientation quelconque. Pour toutes les longueurs d'onde, le pouvoir réflecteur de la sabatierite est supérieur à celui de la berzelianite, en se situant entre le pouvoir réflecteur de cette dernière et de la crookesite dont la courbe a cependant une allure différente (fig. 2). La comparaison avec la bukovite montre que son pouvoir réflecteur est plus faible entre 420 et 580 nm, devenant supérieur pour les longueurs d'onde plus grandes.

La microdureté Vickers (moyenne de 5 mesures) est de 54 ± 7 kg/mm² ($P = 15$ g), proche de celle de la bukovite (62 kg/mm²). Les empreintes sont toujours fortement déformées. Par suite de sa rareté, la densité de la sabatierite n'a pas pu être mesurée ; la densité calculée est égale à 6.78 g/cm³.

COMPOSITION CHIMIQUE.

Hormis Cu, Tl et Se, aucun autre élément n'a été mis en évidence dans la sabatierite par analyse qualitative à la microsonde électronique. Une trentaine d'analyses de différentes plages du nouveau minéral ont été réalisées à la microsonde automatisée Came-

ÉTUDE CRISTALLOGRAPHIQUE.

En dépit de plusieurs essais, nous n'avons pas réussi à prélever, sur section polie, un éclat convenable permettant d'effectuer une étude sur monocristal. L'aspect général du diagramme de poudre, présentant des analogies avec le diagramme de poudre de la rohaite (Karup-Møller, sous presse), ainsi que les propriétés optiques et la forme des agrégats de la sabatierite nous ont fait penser que sa structure pourrait être comparable à celle de la bukovite, caractérisée par les couches tétraédriques $\{Cu^{+3}Se\}$ et le thallium en position interfoliaire (Zemann, 1973). Cette hypothèse semblait se confirmer, car le diagramme de poudre de la sabatierite a pu être indexé avec une maille quadratique ayant $a = 3,986$, $c = 2 \times 9,792$ Å, $V = 311$ Å³. On remarque aussitôt que cette maille est commensurable suivant a avec les mailles de : bukovite (Johan et Kvaček, 1971 b), thalcosite (Kovalenker *et al.*, 1976) et rohaite (Karup-Møller, sous presse). Cependant, son volume est incompatible avec la formule Cu_6TlSe_4 puisqu'il conduit à une densité calculée trop élevée (9,65 g/cm³).

TABLEAU II.

Analyses chimiques de la sabatierite et de la crookesite de Bukov (Tchécoslovaquie).

1. Résultat d'analyse à la microsonde électronique (J. Breton et C. Gilles, analystes, B. R. G. M., Service géologique national, Orléans) ; témoins : $TlAsS_2$, Cu et Se métaux.

2. Nombre d'atomes par unité formulaire calculé sur

la base d'un total de 11 atomes pour la sabatierite et de 12 atomes pour la crookesite.

3. Compositions théoriques pour Cu_6TlSe_4 (sabatierite) et Cu_7TlSe_4 (crookesite).

SABATIERITE											
	1		2		3		4		5		3
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Cu	42.87	6.06	42.35	6.05	42.33	6.03	43.35	6.10	42.67	6.06	42.29
Tl	22.30	0.98	22.78	1.01	22.25	0.99	22.35	0.98	22.51	0.99	22.67
Se	34.75	3.95	34.27	3.94	34.71	3.98	34.67	3.92	34.46	3.94	35.04
Σ	99.92		99.40		99.29		100.37		99.64		100.00
CROOKESITE											
	1		2		3		4		5		3
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Cu	46.97	7.08	46.51	7.04	47.28	7.08	47.19	7.12	46.47	7.04	46.09
Tl	19.42	0.91	20.79	0.98	21.29	0.99	20.67	0.97	22.24	1.05	21.18
Se	33.00	4.01	32.67	3.98	32.63	3.93	32.16	3.91	32.10	3.91	32.73
Σ	99.39		99.97		101.20		100.02		100.81		100.00

bax, en utilisant $TlAsS_2$, Cu et Se métaux comme témoins. Cinq analyses les plus caractéristiques sont données au tableau II. Leurs résultats conduisent à des formules cristallochimiques très proches de la formule idéale Cu_6TlSe_4 .

La crookesite associée à la sabatierite a été également analysée. Les résultats montrent (tabl. II) que son rapport Cu/Tl est plus élevé, étant égal à 7 ; la formule de la crookesite doit par conséquent s'écrire Cu_7TlSe_4 . La maille quadratique proposée par Earley (1950) contient 2 $\{Cu_7TlSe_4\}$. La densité calculée est de 7,49 g/cm³. Ainsi, bien que très distincte par ses propriétés optiques, la crookesite a une formule chimique proche de celle de la sabatierite.

Ceci nous a amenés à supposer que la maille de la sabatierite est en réalité orthorhombique, pseudoquadratique, avec $b \sim a \cdot \sqrt{2}$. En poursuivant ce raisonnement, nous avons abouti, après l'affinement des paramètres à partir du diagramme de poudre, au résultat suivant :

$$\begin{aligned} a &= 3,986 \text{ (4) } \text{Å} \\ b &= 5,624 \text{ (4) } \\ c &= 9,778 \text{ (8) } \end{aligned}$$

$$a : b : c = 0,708_7 : 1 : 1,738_6, Z = 1, V = 219,2 \text{ (5) } \text{Å}^3.$$

Le diagramme de poudre indexé (tabl. III) permet de voir que la maille est du type P ; aucune extinction systématique ne peut en être déduite avec certitude.

TABLEAU III.

Diagramme de poudre de la sabatierite.

Cu/Ni, chambre de 240 mm de circonférence, intensités relatives de 1 à 10.

I	d_{mes}	d_{calc}	hkl
5	3.987 Å	3.987 Å	100
2	3.705	3.696	101
10	3.089	3.089	102
2	2.818	2.813	020
7	2.706	2.702	021
5	2.525	2.523	103
6	2.445	2.444	004
4	2.129	2.129	023
3	2.087	2.084	104
7	1.991	1.993	200
6	1.847	1.845	202
1	1.786		
5	1.673	1.674	124
		1.671	131
3	1.609	1.605	025
		1.603	132
3	1.565	1.565	016
3	1.406	1.406	040
2	1.266	1.261	206

Une raie d'intensité très faible avec $d = 1,786$ Å reste non indexée. Nous l'attribuons à la présence, en traces, d'un minéral du groupe de la tyrrellite-trüstedtite, observé en inclusions dans la berzelianite et la crookesite associées à la sabatierite.

La densité calculée avec $Z = 1$ et la formule idéale de la sabatierite est de $6,78 \text{ g/cm}^3$, comparable aux densités des composés chimiquement proches, tels que CuTiSe_2 ($6,97 \text{ g/cm}^3$, Cambi et Elli, 1968) ou $\text{Cu}_{1,8}\text{Se}$ ($6,70 \text{ g/cm}^3$). Nous pouvons donc considérer, à défaut d'une détermination directe, la maille indiquée comme très probable, soulignant toutefois la nécessité d'une confirmation par l'étude sur monocristal.

CONDITIONS DE GISEMENT.

Les filons à gangue carbonatée du gisement de Bukov recoupent une série de : gneiss à biotite et amphibole, amphibolites, quartzites et gneiss silico-calciques, appartenant au Moldanubien. D'après Kvaček (1973), cinq épisodes minéralisateurs peuvent être distingués, dont un correspondant au dépôt de pechblende accompagnée d'oxydes de fer et de vanadium (hématite, goëthite, montroseite) et de sélénures. Cet épisode est précédé par la cristallisation des carbonates et suivi d'un développement de sulfures de cuivre (chalcopryrite, bornite, chalcocite) et de la pyrite.

La paragenèse des sélénures est particulièrement riche comprenant : berzelianite, bukovite, clausenthalite, crookesite, eskebornite, eucairite, hakite, klockmannite, tyrrellite et umangite. Alors que la bukovite a été surtout observée dans les accumulations locales de l'umangite, la sabatierite se trouve intimement associée à la crookesite et à la berzelianite.

Les observations en section polie mettent en évidence un remplacement métasomatique de la crookesite par la sabatierite (fig. 1). Ceci laisse entrevoir la possibilité de formation de cette dernière par une réaction entre la crookesite préexistante et une solution hydrothermale contenant Ti et Se.

La sabatierite est un minéral très rare qui n'a été jusqu'à présent observé que dans deux sections polies. L'échantillon type est déposé dans la collection de l'École supérieure des mines de Paris.

REMERCIEMENTS.

Nous tenons à remercier M. le Dr E. Makovicky de l'Université de Copenhague pour les suggestions et les critiques qui nous ont considérablement aidés, et M. le Dr S. Karup-Møller de la même Université qui nous a aimablement communiqué les données en cours de publication sur la rohaite.

Reçu le 19 juillet 1978.
Accepté le 10 octobre 1978.

BIBLIOGRAPHIE

- CAMBI, L. et ELLI, M. (1968). — Seleniuri semplici e complessi : sintesi idrotermale da ossidi di metalli o metalloidi e selenio. *Chim. Industr. Ital.*, 50, 95-105.
- De MONTREUIL, L. A. (1975). — Bellidoite : a new copper selenide. *Econ. Geol.*, 70, 384-387.
- EARLEY, J. W. (1950). — Description and synthesis of the selenide minerals. *Amer. Mineral.*, 35, 337-364.
- JOHAN, Z. et KVAČEK, M. (1971 a). — La hakite, un nouveau minéral du groupe de la tétraédrite. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, 94, 45-48.
- JOHAN, Z. et KVAČEK, M. (1971 b). — La bukovite, $\text{Cu}_{3+x}\text{Ti}_2\text{FeSe}_{4-x}$, une nouvelle espèce minérale. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, 94, 529-533.
- JOHAN, Z., PICOT, P., PIERROT, R. et KVAČEK, M. (1971 a). — La permingeatite, Cu_3SbSe_4 , un nouveau minéral du groupe de la luzonite. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, 94, 162-165.
- JOHAN, Z., PICOT, P., PIERROT, R. et KVAČEK, M. (1971 b). — La fischesserite, Ag_3AuSe_2 , premier sélénure d'or, isotype de la petzite. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, 94, 381-384.
- JOHAN, Z., PICOT, P., PIERROT, R. et KVAČEK, M. (1972). — La krutaite, CuSe_2 , un nouveau minéral du groupe de la pyrite. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, 95, 475-481.
- JOHAN, Z., KVAČEK, M. et PICOT, P. (1976). — La petrovicite, $\text{Cu}_2\text{HgPbBiSe}_3$, un nouveau minéral. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, 99, 310-313.
- KARUP-MØLLER, S. (sous presse). — Rohaite, a new thallium sulphide from the Ilimaussaq alkaline intrusion in South Greenland.
- KOVALENKER, V. A., LAPUTINA, I. P., EVSTIGNEEVA, T. L. et IZOITKO, V. M. (1976). — Thalcusite, $\text{Cu}_{3-x}\text{Ti}_2\text{Fe}_{1+x}\text{S}_4$, un nouveau sulfure de thallium provenant des minerais de cuivre et de nickel du gisement de Talnakh (en russe). *Zap. Vses. Min. Obsch.*, 105, 202-206.
- KVAČEK, M. (1965). — Beitrag zur Geochemie der Selenidvererzung im Českomoravská Vrchovina Gebiet-ČSSR. Sborn. 1. geoch. Konference, Ostrava, 393-402.
- KVAČEK, M. (1966). — Occurrence of crookesite at Bukov. *Zprávy Vlast. Úst. Olomouc*, 126, 1-2.
- KVAČEK, M. (1973). — Selenides from the uranium deposits of Western Moravia, Czechoslovakia. Part 1. Berzelianite, umangite, eskebornite. *Acta Univ. Carolinae, Geologica*, Rost vol., 23-36.
- ZEMANN, J. (1973). — Der Strukturtyp des Bukovits. *Anz. math.-naturw. Klasse, Öster. Akad. Wiss.*, No. 10, 126-128.