

Contribution du Service géologique national, B. R. G. M., Orléans, France
et de l'Institut de recherches des matières premières, Kutná Hora,
Tchécoslovaquie

La parapierrrotite, un nouveau minéral thallifère d'Allechar (Yougoslavie)

Z. Johan, P. Picot, J. Hak et M. Kvaček

Avec 1 Figure

Reçu le 10 Mars 1975 ;

accepté le 10 Avril 1975

Résumé

La parapierrrotite est monoclinique, groupe spatial $C_{2h}^5 - P 2_1/n$, $a_0 = 8,02$; $b_0 = 19,35$; $c_0 = 9,03$ Å ; $\beta = 91^\circ 58'$; $Z = 4$; $d_{\text{mes}} = 5,07$ g · cm⁻³, $d_{\text{calc}} = 5,04$ g · cm⁻³. Les raies les plus intenses du diagramme de poudre sont : 4,15(9), 3,696(9), 3,599(7), 3,493(10), 2,913(9), 2,832(10), 2,356(9) Å. Analyses à la microsonde électronique : Tl-19,4 ; 19,3 ; 20,2 ; Sb-51,8 ; 50,8 ; 50,8 ; As-5,0 ; 5,3 ; 3,7 ; S-25,5 ; 24,7 ; 24,5 ; totaux 101,6 ; 100,1 ; 99,2%. Formule correspondante : TlSb₅S₈. En sections polies, elle est blanche avec une légère teinte crème. Nettement anisotrope, rares réflexions internes rouge pourpre, biréflectance faible. Microdureté Vickers : 76 kg · mm⁻² ($P = 25$ g). Le pouvoir réflecteur est modéré. La parapierrrotite se présente dans de petites cavités du réalgar provenant du gisement d'Allechar. Nommée en raison de ses relations avec la pierrrotite.

Summary

Parapierrrotite, a New Thallium Mineral from Allechar, Yugoslavia

Parapierrrotite is monoclinic with: $a_0 = 8.02$; $b_0 = 19.35$; $c_0 = 9.03$ Å; $\beta = 91^\circ 58'$; space group $C_{2h}^5 - P 2_1/n$; $Z = 4$; $\rho_{\text{meas}} = 5.07$ g · cm⁻³, $\rho_{\text{calc}} = 5.04$ g · cm⁻³. The strongest lines in the X-ray powder pattern are: 4.15(9), 3.696(9), 3.599(7), 3.493(10), 2.913(9), 2.832(10), 2.356(9) Å. Microprobe analyses gave: Tl-19.4; 19.3; 20.2; Sb-51.8; 50.8; 50.8; As-5.0; 5.3; 3.7; S-25.5; 24.7; 24.5; totals 101.6; 100.1; 99.2% respectively, indicating a theoretical formula of TlSb₅S₈. In polished sections it is white with slightly creamy tint. The mineral is distinctly anisotropic with rare purple-red internal reflections and a weak reflection pleochroism. Microhardness Vickers: 76 kg · mm⁻² (25 g). Reflectivity is medium high. Parapierrrotite occurs in small cavities in realgar from Allechar deposit. Named on account of its relations with pierrrotite.

Historique et étymologie

Le gisement d'Allchar (Macédoine, Yougoslavie) est devenu célèbre par la découverte de plusieurs minéraux thallifères. Le premier fut la lorandite, TlAsS_2 (Krenner, 1894 et 1895) qui resta pendant très longtemps le seul minéral de thallium connu. Puis, en 1912, Ježek (1912a) décrit la vrbaïte, $\text{Hg}_3\text{Tl}_4\text{As}_8\text{Sb}_2\text{S}_{20}$, redéfinie par Caye et al. (1967) et dont la structure a été récemment déterminée par Ohmasa et Novacki (1971). Les échantillons récoltés à Allchar en 1965, lors d'une mission du B.R.G.M., renfermaient deux autres minéraux de Tl, la raguinite, TlFeS_2 (Laurent et al., 1969) et la picotpaulite, TlFe_2S_3 (Johan et al., 1970). Signalons encore que l'allcharite, décrite par Ježek (1912b), a été discréditée par Čech et Johan (1969) car il s'agissait en réalité de goethite.

Lors d'une visite du gisement d'Allchar, nous avons récolté (J. H. et M. K.) des échantillons de réalgar renfermant de petits cristaux prismatiques à aciculaires d'un nouveau minéral thallifère dont la description fait l'objet de la présente note. Le même minéral a également été trouvé à Jas Roux (Hautes Alpes, France) mais il y est extrêmement rare.

Le gisement d'Allchar doit être considéré comme le gisement type de la nouvelle espèce minérale. Les échantillons-types sont conservés dans la collection de minéralogie de l'École nationale supérieure des mines de Paris. Nous possédons actuellement plusieurs échantillons de réalgar contenant des cristaux du nouveau minéral ainsi qu'une cinquantaine de cristaux isolés. Nous proposons de désigner la nouvelle espèce minérale sous le nom de parapierrrotite, en raison de ses similitudes avec la pierrrotite (cf. plus loin). Le nouveau minéral a été approuvé par la Commission des nouveaux minéraux de l'I.M.A.

Propriétés cristallographiques

La parapierrrotite se présente en cristaux prismatiques de couleur noire, à éclat semi-métallique, la plupart du temps bien développés, situés dans de petites cavités du réalgar massif. Généralement, la taille des cristaux suivant leur allongement est inférieure à un millimètre mais rarement elle atteint trois millimètres. On trouve surtout des cristaux isolés dont la plupart sont unilatéralement terminés ; les agrégats sont relativement rares. Les cristaux bi-terminés et quelques autres à faciès caractéristiques ont fait l'objet d'une étude au goniomètre.

Les mesures goniométriques révèlent une symétrie monoclinique avec :

$$a : b : c = 0,413 : 1 : 0,466$$

$$\beta = 91^\circ 57' \pm 2'$$

$$p_0 : q_0 : r_0 = 1,127 : 0,465 : 1$$

$$p_0' = 1,128 ; q_0' = 0,466 ; x_0' = 0,0339$$

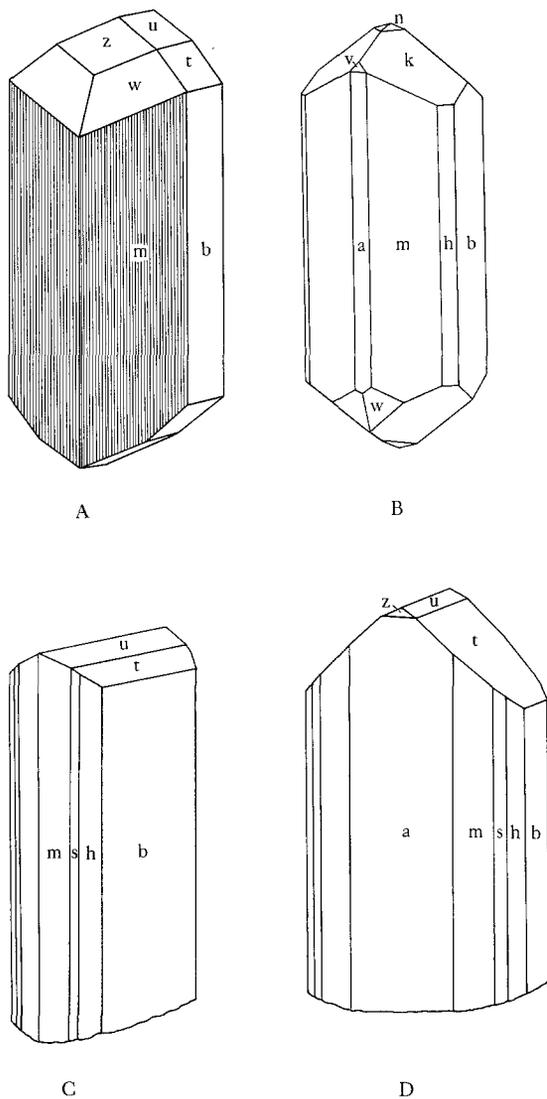


Fig. 1. Quatre types de cristaux de la parapierrrotite d'Allchar. Pour les symboles des faces se rapporter au tableau 1.

La zone prismatique [001] est toujours bien développée. Cependant, on peut distinguer quatre types de cristaux suivant le développement relatif des formes {110}, {010} et {100} qui leur confère un faciès particulier :

Type A : le prisme m {110}, fortement développé et abondamment strié suivant [001], n'est accompagné que du pinacoïde {010} ; par contre, les prismes w {211}, u {011}, t {021} et le pinacoïde z {101} sont bien développés.

Type B : la zone prismatique est riche en faces ; m {110} comme b {010} ne sont plus ici largement prédominantes. Les prismes h {130} et parfois s {120} et le pinacoïde {100} sont assez bien développés mais souvent déformés, en particulier {130} oscille avec {120} en donnant naissance à des cannelures parallèles à [001]. Les terminaisons se font par une combinaison de prismes parmi lesquels k {132} est dominante tandis que d {111} ne présente que des faces vicinales, très exigües.

Type C : les cristaux sont tabulaires par suite du large développement de b {010} et corrélativement de la zone [100] représentée par {011} et {021}. Les prismes sont nombreux comme dans le type B mais le pinacoïde {100} et les pyramides sont pratiquement absents.

Type D : les cristaux sont aplatis suivant a {100} et terminés par la zone clinodomatique avec t {021} dominante.

Une trentaine de cristaux examinés ont permis de classer les quatre types décrits dans l'ordre de fréquence décroissant : A, D, B, C. Le tableau 1 donne les coordonnées théoriques des pôles de toutes les faces observées.

Les diagrammes de cristal tournant et de Weissenberg (radiation de cuivre) effectués suivant les trois axes cristallographiques, ont fourni les paramètres suivants de la maille monoclinique, affinés à partir du diagramme de poudre :

$$\begin{aligned} a_0 &= 8,02 \pm 0,02 \text{ \AA} \\ b_0 &= 19,35 \pm 0,05 \\ c_0 &= 9,03 \pm 0,02 \\ \beta &= 91^\circ 58' \pm 5' \end{aligned}$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0,414_6 : 1 : 0,467_0 ; V = 1401 \pm 9 \text{ \AA}^3 ; Z = 4$$

La maille est du type P car aucune extinction systématique des taches hkl n'a été observée. Par contre, nous avons constaté que les réflexions $h0l$ obéissent à la condition d'existence $h + l = 2n$. Pour les réflexions $0k0$, la condition d'existence est $k = 2n$. Ces extinctions systématiques sont compatibles avec le groupe spatial $C_{2h}^5 - P 2_1/n^1$.

¹ L'étude de la structure de la parapierrotite est en cours au Laboratoire de minéralogie et de cristallographie de l'Université de Nancy.

Tableau 1. *Coordonnées des formes de la parapierrrotite*

forme	hkl	ϕ	ρ
b	010	0°00'	90°00'
a	100	90°00'	90°00'
h	130	38°54'	90°00'
s	120	50°26'	90°00'
m	110	67°33'	90°00'
t	021	2°05'	43°00'
u	011	4°10'	25°03'
z	101	90°00'	49°17'
\bar{z}	$\bar{1}01$	-90°00'	47°34'
v	201	90°00'	66°25'
\bar{v}	$\bar{2}01$	-90°00'	65°46'
d	111	68°09'	51°23'
\bar{d}	$\bar{1}11$	-66°56'	49°57'
k	132	40°33'	42°37'
\bar{k}	$\bar{1}32$	-37°11'	41°16'
n	112	68°43'	32°45'
\bar{n}	$\bar{1}12$	-66°16'	30°04'
w	211	78°30'	66°50'
\bar{w}	$\bar{2}11$	-78°09'	66°13'

La densité calculée pour la formule idéale TiSb_5S_8 (poids moléculaire = 1069,72) est égale à $d_x = 5,04 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, valeur en bon accord avec la densité mesurée ($5,07 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$). Le diagramme de poudre indexé de la parapierrrotite est donné dans le tableau 2.

Caractères optiques et physiques

En lumière réfléchie, à l'air, la parapierrrotite a une couleur blanche, légèrement grisâtre. Le pléochroïsme est très faible, difficilement perceptible à l'air ; dans l'huile il devient plus net, allant de blanc grisâtre à gris brunâtre. Toutefois, il n'est observable que sur les sections dont l'orientation se rapproche de (010). Le nouveau minéral est nettement anisotrope mais dans des teintes peu caractéristiques, gris brunâtre à gris bleuâtre, entre nicols légèrement décroisés. À l'air, on observe de rares réflexions internes rouge pourpre devenant plus fréquentes dans l'huile. On n'a observé ni macles ni clivage. Le minéral présente un bon poli.

La microdureté Vickers mesurée sur les plages d'orientation cristallographique non définie, est de $76 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-2}$ (poids de 25 g, moyenne

Tableau 2. *Diagramme de poudre de la parapierrrotite.* Cu/Ni, chambre de 240 mm de circonférence, intensités relatives de 1 à 10. Le diagramme de poudre a été indexé en utilisant les valeurs suivantes des paramètres : $a_0 = 8,023$; $b_0 = 19,350$; $c_0 = 9,033 \text{ \AA}$; $\beta = 91^\circ 58'$

parapierrrotite synthétique		parapierrrotite Allchar			
I	d_{mes}	I	d_{mes}	d_{calc}	hkl
2	5,7 \AA	3	5,6 \AA	5,6 \AA	111
2	5,03	4	5,02	5,03	130
		1	4,82	4,83	040
3	4,40	5	4,40	4,40	012
		1	4,26	4,26	041
6	4,15	9	4,15	4,14	140
4	3,922	6	3,927	3,927	210
		2	3,795	3,791	141
9	3,681	9	3,696	3,698	032
6	3,589	7	3,599	3,599	122
10	3,485	10	3,493	3,486	150
5	3,401	6	3,406	3,406	230
1	3,313	3	3,321	3,322	132
7	3,097	6	3,091	3,088	240
		2	3,034	3,037	061
				3,026	142
9	2,912	9	2,913	2,915	212
				2,909	222
10	2,834	10	2,832	2,830	161
3	2,757	2	2,762	2,758	113
				2,758	232
5	2,682	5	2,679	2,681	232
				2,679	251
				2,677	123
2	2,600	1	2,606	2,606	133
		1	2,577	2,580	242
				2,577	320
2	2,525	3	2,517	2,519	171
				2,518	311
				2,517	242
10	2,355	9	2,356	2,358	072
1	2,320	2	2,312	2,316	180
6	2,255	6	2,252	2,251	312
				2,251	172
				2,249	181
				2,249	341
3	1,998	2	1,991	1,994	410
				1,990	323
2	1,942	2	1,935	1,935	0.10.0
				1,934	411
6	1,902	5	1,897	1,895	282
				1,895	290
5	1,861	5	1,857	1,857	234
				1,854	362
		2	1,806		
3	1,790	2	1,781		
6	1,751	4	1,746		

de 5 mesures) ce qui correspond à une dureté Mohs de 2,5 à 3. La densité n'a pu être déterminée que sur le composé synthétique ; elle est égale à $5,07 \pm 0,1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (moyenne de 3 mesures).

Le pouvoir réflecteur de la parapiérotite a été mesuré sur trois sections d'orientation cristallographique définie : (100), (010) et (001).

Tableau 3. *Pouvoirs réflecteurs de la parapiérotite*. Lumière rectilignement polarisée, incidence normale, monochromateur : bande passante de 0,04 à 0,75 nm entre 400 et 700 nm. Photomultiplicateur à cathode S₂₀, témoin SiC, objectif 44/0,65 et illuminateur à prisme, compensation d'obliquité

par $\frac{R_{\perp} + R_{\parallel}}{2}$, huile Cargille type B ($n_{\lambda\text{Na}} = 1,515$)

face	{100}				{010}				{001}			
	air		huile		air		huile		air		huile	
	R' _g	R _m	R' _g	R _m	R _g	R _p	R _g	R _p	R _m	R' _p	R _m	R' _p
420	34,4	33,7	20,3	19,5	42,2	31,3	27,0	18,4	33,5	33,7	19,4	18,8
440	33,7	33,2	19,9	19,1	41,6	30,9	26,2	17,0	33,0	33,1	19,1	18,4
460	33,1	32,5	19,4	18,8	41,1	30,3	25,5	15,9	32,5	32,1	18,8	18,1
480	32,6	32,3	19,0	18,5	40,6	29,9	25,1	15,2	32,2	31,6	18,5	17,8
500	32,3	32,0	18,6	18,1	40,3	29,5	24,8	15,0	31,7	31,0	18,0	17,1
520	31,9	31,6	18,1	17,7	40,0	29,3	24,3	14,8	31,3	30,5	17,3	16,4
540	31,5	31,1	17,7	17,3	39,7	29,1	23,7	14,5	30,8	30,0	16,7	15,7
560	31,1	30,7	17,3	16,9	39,2	28,8	23,1	14,3	30,4	29,5	16,2	15,2
580	30,6	30,3	16,8	16,4	38,5	28,6	22,5	14,1	29,9	28,9	15,9	14,7
600	30,2	29,8	16,4	16,0	37,9	28,2	21,7	13,7	29,6	28,4	15,5	14,2
620	29,8	29,4	16,0	15,5	37,1	27,9	21,0	13,3	29,2	28,0	15,1	13,8
640	29,5	29,0	15,5	15,1	36,1	27,3	20,2	12,8	28,8	27,6	14,8	13,4
660	29,0	28,6	15,1	14,7	35,1	26,7	19,2	12,4	28,5	27,2	14,4	13,0
680	28,5	28,1	14,8	14,4	34,1	26,0	18,6	11,8	28,1	26,7	14,0	12,7
700	28,4	28,1	14,7	14,4	34,2	26,6	18,5	12,8	28,2	26,4	13,6	12,4

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 3. R_m est déterminé sans ambiguïté. Par contre, compte tenu de la basse symétrie de ce minéral absorbant, les valeurs des pouvoirs réflecteurs relatifs à la face (010) sont théoriquement sans réelle signification physique. Elles représentent toutefois un caractère d'identification spécifique de l'espèce. Avec toutes ces réserves, nous retenons cependant, dans le tableau 3, les dénominations R_g , R_m et R_p auxquelles nous associons R_p' et R_g' pour les valeurs intermédiaires².

² *Cervelle* (1972) recommande dans ce cas l'utilisation du terme « facteur de réflexion elliptique » de préférence à « pouvoir réflecteur ».

On note que le minéral présente une anisotropie maximale sur (010) tandis que les sections parallèles à (100) et (001) ne sont que faiblement anisotropes. En outre, la dispersion est quasiment négligeable et par conséquent, l'orientation des directions principales demeure fixe quelle que soit la longueur d'onde considérée.

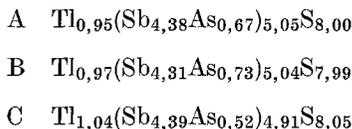
En frottis, la parapierrrotite est translucide, de couleur rouge pourpre. L'exiguïté des plages n'a pas permis de mesurer l'angle des axes optiques, ni de déterminer le signe optique.

Propriétés chimique

L'analyse qualitative à la microsonde électronique a décelé la présence de Tl, Sb, As et S en grandes quantités et de Pb en traces dans certains cristaux analysés.

Trois analyses quantitatives ont été réalisées sur trois cristaux différents provenant d'Allchar. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 4. Dans tous les cas, les mêmes corrections ont été appliquées mais les témoins étaient différents : pierrrotite de Jas Roux pour l'analyse A, TlAsS₂ et Sb₂S₃ pour les deux autres.

En admettant un remplacement partiel de Sb par As, les analyses conduisent aux formules cristallichimiques suivantes :



La formule idéale peut donc s'écrire TlSb₅S₈.

La synthèse de la parapierrrotite a été réalisée en utilisant le procédé suivant: dissolution de 0,121 g de Sb₂O₃ dans 200 cm³ d'une solution aqueuse contenant 0,340 g de Na₂S. Dilution à 400 cm³ de la solution

Tableau 4. *Analyses chimiques de la parapierrrotite.* 1. Analyses à la microsonde électronique (R. Giraud et C. Gilles, Service géologique national, Orléans) ; 2. rapports atomiques ; 3. nombre d'atomes par unité formulaire calculé sur la base d'un total de 14 atomes ; 4. composition théorique pour TlSb₅S₈

	A			B			C			4
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Tl	19,4	0,095	0,95	19,3	0,094	0,97	20,2	0,099	1,04	19,1
Sb	51,8	0,436	4,38	50,8	0,417	4,31	50,8	0,417	4,39	56,9
As	5,0	0,067	0,67	5,3	0,071	0,73	3,7	0,049	0,52	
S	25,4	0,793	8,00	24,7	0,773	7,99	24,5	0,765	8,05	24,0
Σ	101,6	1,391	14	100,1	1,355	14	99,2	1,330	14	100,0

ainsi obtenue et ajustage du pH entre 7 et 8 par quelques gouttes de HCl dilué. Addition de 100 cm^3 d'une solution aqueuse contenant $0,066\text{ g}$ d'acetate de thallium. Vive agitation et légère sulfurisation par dégagement d' H_2S dans le mélange pendant une ou deux secondes. Il se forme un précipité colloïdal brun-rouge qui vire au gris-noir et décante peu à peu. Ce précipité filtré et essoré est ensuite laissé à l'étuve à $120\text{ }^\circ\text{C}$ pendant 2 heures. La poudre obtenue donne un diagramme de poudre identique à celui de la parapiérotite (tableau 2).

Conditions de gisement

Le district minier d'Allechar fait partie de la province métallo-génique de Kožuf. Il se situe à proximité de la frontière gréco-yougoslave, à 5 km environ au Sud du village de Rozden et à 60 km au SW de la ville de Kavadarci, en Macédoine, Yougoslavie. Dans la région métallifère de Kožuf, on peut distinguer deux zones : une zone centrale avec minéralisation en Cu et As et une zone externe, où se trouve le gisement d'Allechar, avec Tl, As, Sb et Hg.

Du point de vue géologique, les environs de gisement sont formés par un complexe paléozoïque de schistes sériciteux et chloriteux, renfermant de puissants niveaux de calcaires. Ces derniers sont dolomitisés au voisinage de la zone minéralisée. Deux phases volcaniques d'âge tertiaire ont été reconnues dans la région : l'une précoce, responsable de la minéralisation, et l'autre tardive (Pliocène), caractérisée par des roches d'épanchement et considérée, du point de vue métallogénique, comme stérile.

Dans le gisement d'Allechar, la minéralisation se trouve au contact entre des andésites et de la dolomie, laquelle est métasomatiquement remplacée par du quartz et du minerai. La minéralisation sulfurée est constituée par : mispickel, pyrite, marcasite, stibine, réalgar, orpiment, lorandite, vrbaité, raguinite et picotpaulite. On note aussi la présence d'hématite. La gangue comporte : quartz, barytine, halloysite, séricite, calcédoine et opale. La zonalité du gisement a été étudiée par Ivanov (1963). Dans la partie Sud, on constate une légère prépondérance de Sb sur As, tandis qu'au Nord, l'antimoine est quasi absent et la minéralisation devient très riche en As et Tl. Cependant, le thallium est également présent dans la partie méridionale du gisement mais en moindre quantité. La zonalité verticale est fort probablement due à des mouvements tectoniques provoquant des changements dans les conditions physico-chimiques qui se reflètent dans les associations minérales. La température devrait diminuer du Nord au Sud et jouer un rôle très important.

La parapiérotite a été trouvée dans une lentille de réalgar de quel-

ques dizaines de centimètres de puissance, affleurant dans la galerie No. 823, située à l'extrémité Sud du gisement.

Comparaison avec la pierrotite

La parapierrrotite se distingue nettement de la pierrotite (Guillemin et al., 1970) par : sa symétrie monoclinique, son diagramme de poudre. Toutefois, ces deux minéraux présentent des analogies comparables à celles qui existent entre divers couples de minéraux, en particulier entre la rathite I et la rathite II : relations géométriques entre les paramètres cristallins et similitude des compositions chimiques qui ne diffèrent pratiquement que par la teneur en soufre (tableau 5).

Tableau 5. Comparaison de la pierrotite et de la parapierrrotite

	PIERROTITE	PARAPIERROTITE
	<i>orthorhombique</i>	<i>monoclinique</i>
a_0	8,02 Å	8,02 Å
b_0	38,8	19,35
c_0	8,77	9,03
β		91°58'
	$T\text{K}_2\text{Sb}_{10}\text{S}_{17}$	$T\text{KSb}_2\text{S}_8$
d_{mes}	4,97	5,07
d_{calc}	4,97	5,04
raies les plus intenses du diagramme de poudre	3,626 (8)	4,15 (9)
	3,593 (10)	3,696 (9)
	3,492 (9)	3,599 (7)
	2,845 (8)	3,493 (10)
	2,697 (9)	2,913 (9)
	2,348 (7)	2,832 (10)
		2,356 (9)

Bibliographie

- Caye, R., P. Picot, R. Pierrot et F. Permingeat, 1967: Nouvelles données sur la vrbaitte, sa teneur en mercure. Bull. Soc. franç. Min. Crist. 90, 185—191.
- Čech, F., et Z. Johan, 1969: Identité de l'allcharite et de la goethite. Bull. Soc. franç. Min. Crist. 92, 99—100.
- Cervelle, B., 1972: Détermination par microrélectométrie de propriétés optiques d'un cristal monoclinique absorbant (kermesite $\text{Sb}_2\text{S}_2\text{O}$). Bull. Soc. franç. Min. Crist. 95, 464—469.

- Guillemin, C., Z. Johan, C. Laforêt et P. Picot*, 1970: La pierrotite $Tl_2(Sb, As)_{10}S_{17}$ une nouvelle espèce minérale. *Bull. Soc. franç. Min. Crist.* 93, 66—71.
- Ivanov, T.*, 1963: La distribution zonale des éléments et des minéraux dans le gisement d'Allechar (en russe). Symposium "Problems of postmagmatic ore deposits" 1, 186. Prague.
- Ježek, B.*, 1912a: La vrbaité, un nouveau minéral thallifère d'Allechar en Macédoine. (En tchèque.) *Rozpravy Česk. Akad. Věd.* 21, No. 26.
- 1912b: Allecharit, ein wahrscheinlich neues Mineral. *Z. Krist.* 51, 275—278.
- Johan, Z., R. Pierrot et H.-J. Schubnel*, 1970: La picotpaulite $TlFe_2S_3$, une nouvelle espèce minérale. *Bull. Soc. franç. Min. Crist.* 93, 545—549.
- Krenner, J. A.*, 1894: Lorandit ein neues Thallium-Mineral von Allechar in Macedonien. *Math. és term. tud. Ertésítő* 12, 473.
- 1895: Lorandit ein neues Thallium-Mineral von Allechar in Macedonien. *Math. és term. tud. Ertésítő* 13, 258—263.
- Laurent, Y., P. Picot, R. Pierrot, F. Permingeat et T. Ivanov*, 1969: La raguinite, $TlFeS_2$, une nouvelle espèce minérale et le problème de l'allecharite. *Bull. Soc. franç. Min. Crist.* 92, 38—48.
- Ohmura, M.*, and *W. Nowacki*, 1971: The crystal structure of vrbaité $Hg_3Tl_4As_8Sb_2S_{20}$. *Z. Krist.* 134, 360—380.

Adresses des auteurs: Dr. *Z. Johan* et Dr. *P. Picot*, Service géologique national, B.R.G.M., B.P. 6009, 45018 Orléans-Cedex, France ; Dr. *J. Hak*, Ústřední ústav geologický, Malostranské nám. 19, 118 21 Praha 1, Tchécoslovaquie ; Dr. *M. Kvaček*, Ústav nerostných surovin, Sedlec 425, 284 03 Kutná Hora, Tchécoslovaquie.