

LA MAHNERTITE, (Na, Ca) Cu₃ (AsO₄)₂ · Cl · 5H₂O,
UN NOUVEAU MINÉRAL DE LA MINE DE CAP GARONNE,
VAR, FRANCE

PAR

Halil SARP*

(Ms soumise le 24.06.1996, accepté le 17.09.1996)

ABSTRACT

Mahnertite, ideally (Na, Ca, K) Cu₃ (AsO₄)₂ · Cl · 5H₂O, occurs on a specimen found at Cap Garonne Mine, Var, France. - It is associated with tennantite, covellite, geminite and pushcharovskite on the quartz gangue. The thin square crystals, intense blue to emerald green in color forms aggregates or spherules (0,2 mm in diameter). They are tabular on {001} and the forms present are {001} and {100}. The mineral is translucent with a vitreous lustre and pale blue streak. It is fragile and soft H 2 to 3, has an irregular fracture and a perfect cleavage on {001}. It is non-fluorescent. Mahnertite is optically uniaxial negative with $\omega = 1,686$ (2), $\epsilon = 1,635$ (2), measured at 589 nm; it is pleochroic with O = blue to intense green blue, E = clear blue to clear green. A chemical analysis was carried out by means of an electron microprobe: CuO 36,37; As₂O₅ 39,07; Na₂O 4,58; CaO 2,14; K₂O 0,40; Cl 4,67; H₂O by loss on heating 14,5; total 101,73; less Cl = O 1,05; total 100,68. Mahnertite is tetragonal, space group P4₂2₁2, unit-cell parameters $a = 10,085(2)$, $c = 23,836(8)$ Å, $V = 2424,1(8)$ Å³ and $Z = 8$. The density is 3,33(2) (meas.) and 3,36(1) g/cm³ (calc.) The strongest lines in the X-ray diffraction pattern are [din Å, (hkl), Ivis.]: 11,90, (002), 100; 9,29, (101), 60; 7,131, (110), 50; 5,043, (200), 60; 4,641, (202), 40; 3,098, (303), 80; 3,061, (224), 70; 2,780, (321), 35; 2,652, (315), 35.

Mahnertite is named in honor of Dr. Volker Mahnert, director of the Natural History Museum of Geneva.

Key-words: Mahnertite, new mineral, Cap Garonne Mine.

INTRODUCTION

L'échantillon contenant la mahnertite a été récolté en 1992-93 lors d'une campagne d'échantillonnage de la mine de Gap Garonne en compagnie de MM. Camerola et Guarino, dans la zone que nous avons baptisée «fond de la mine». Ce minerai est associé à la tennantite, la covellite, la geminite et la pushcharovskite (nouveau minéral récemment approuvé par l'I.M.A.), sur une gangue de quartz. Dans cette zone, on trouve encore divers minéraux: zdenekite, lavendulan, lindackerite (SARP 1995), antlerite. La géologie et la minéralogie de cette mine ont été récemment étudiées par MARI & ROSTAN (1986).

* Département de minéralogie, Muséum d'histoire naturelle, CP 6434, CH-1211 Genève 6.

Nous avons donné le nom de mahnertite en l'honneur du Dr Volker Mahmert, directeur du Muséum d'histoire naturelle de Genève.

Ce nouveau minéral et son nom ont été approuvés par la Commission des nouveaux Minéraux et des Noms de Minéraux de l'Association internationale de Minéralogie (I.M.A.) en novembre 1994.

En 1995, avant cette publication, ce minéral a été partiellement décrit par SCHUBNEL & CHIAPPERO (1995).

L'holotype est déposé au département de minéralogie du Muséum d'histoire naturelle de Genève.

Propriétés physiques et optiques

La mahnertite est bleu intense à vert émeraude. Elle se présente en agrégats ou sphérules de 0,2 mm, formées par des cristaux à section carrée, très minces, de 0,1 mm d'arête. Ils sont tabulaires, aplatis sur {001} (Fig. 1). Les formes observées sont {001} et {100}. Le minéral est translucide et possède un éclat vitreux. La poussière est bleu pâle; elle n'est pas fluorescente aux U.V. La dureté estimée est 2 à 3. Il possède un clivage parfait sur {001}. Les cristaux sont fragiles et ont une fracture irrégulière; ils ne possèdent apparemment pas de maclé.

La densité, mesurée avec les liqueurs denses, est de 3,33(2) g/cm³. Cette valeur se compare favorablement avec la valeur de 3,36(1) g/cm³ calculée à partir de la maille élémentaire et de la composition chimique. Le minéral est soluble dans HCl.

La mahnertite est optiquement uniaxe négative avec $\omega = 1,686(2)$ et $\epsilon = 1,635(2)$ à 589 nm. Elle possède un pléochroïsme intense avec O = bleu, vert bleu foncé, E = bleu clair à vert clair. Le calcul de la relation de Gladstone-Dale, en utilisant les constantes de MANDARINO (1981) donne un indice de compatibilité $1 - \frac{Kp}{Kc} = 0,005$ indiquant une très grande compatibilité entre les données chimiques et physiques.

Composition chimique

La composition chimique a été déterminée à l'aide d'une microsonde électronique Cameca SX 50. Les investigations qualitatives ont révélé la présence de Cu, As, Na, Ca, K et Cl. Les conditions expérimentales suivantes ont été utilisées pour l'analyse quantitative: tension accélératrice 15 kv, courant de sonde 5,5 nA, diamètre du faisceau 6 μ et les standards utilisés ont été la clinoclase (Cu, K α , AsL α), l'albite (Na K α), l'andradite (Ca K α), l'orthose (K K α) et la vanadinite (Cl K α). La présence de H₂O a été confirmée par l'infrarouge et sa quantité a été déterminée par la perte au poids. La moyenne et la range des 9 analyses figurent dans le tableau 1. La formule empirique calculée sur la base de 14 atomes (O + Cl) est:

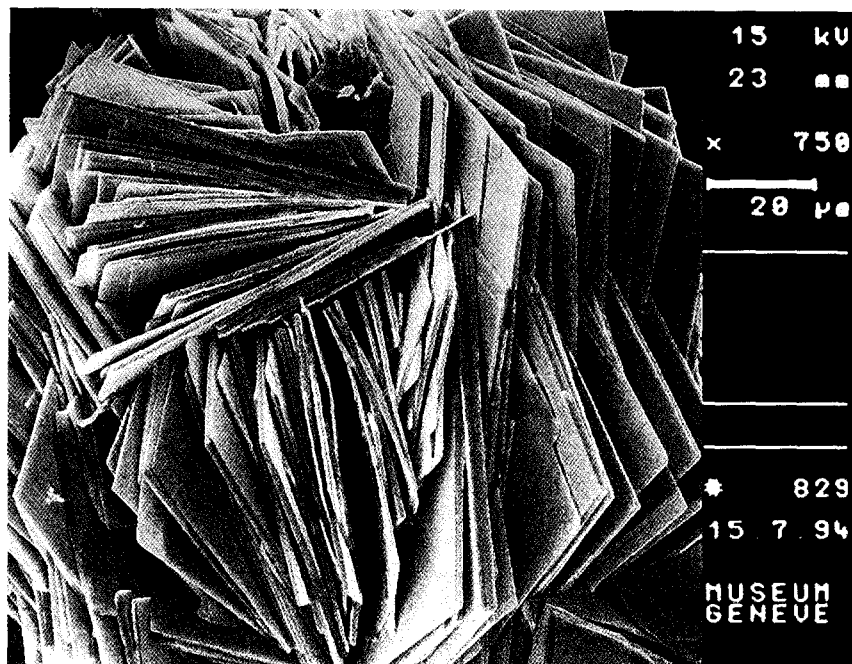


Fig. 1.

L'habitus des cristaux de mahnertite aplatis suivant l'axe *c*. Photographie prise par le Dr Jean Wüest, avec le microscope à balayage du Muséum d'Histoire naturelle de Genève.

$\text{Na}_{0,90} \text{K}_{0,05} \text{Ca}_{0,23} \text{Cu}_{2,79} (\text{AsO}_4)_{2,07} \text{Cl}_{0,81} \cdot 4,91 \text{H}_2\text{O}$ ou idéalement $(\text{Na}, \text{Ca}) \text{Cu}_3 (\text{AsO}_4)_2 \text{Cl} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$.

Données radiocristallographiques

Le diagramme de poudre de la mahnertite a été obtenu avec une caméra de Gandolfi (114,6 mm de diamètre, radiation $\text{Cu K}\alpha$). Les valeurs de d_{calc} . et de d_{obs} . sont reportées dans le tableau 2. L'étude d'un monocristal par la méthode de précession et les lois d'extinction obtenues $h00: h = 2n$; $001: l = 2n$; hkl : pas de condition, montre que le minéral est tétragonal avec le groupe d'espace $\text{P4}_2\text{2}_1\text{2}$. Les paramètres de la maille élémentaire, affinés par la méthode des moindres carrés à partir du diagramme de poudre sont $a = 10,085(2)$; $c = 23,836(8)$ Å. Le rapport $c: a$ calculé à partir des paramètres de la maille élémentaire est 2,3635. Le volume de la maille est $V = 2424,1(8)$ Å³. Avec $Z = 8$ et la formule chimique, la densité calculée d_{calc} . est de 3,36(1) g/cm³.

Discussion et conclusion

La mahnertite est un minéral d'altération secondaire. Elle est probablement en relation cristallographique avec la lavendulane et la zdenekite. En effet, tous trois possèdent un paramètre basal assez proche l'un de l'autre et une longueur c très grande. Par ailleurs, le produit $0,5 \text{ CaCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot \text{As}_2\text{O}_5 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ synthétisé par Guérin et Duc-Maugé en 1952 pourrait aussi avoir une relation cristallographique avec la mahnertite si l'on compare leur chimisme. Mais il n'existe pas encore d'étude détaillée de ce produit.

Un éventuel remplacement de type $(\text{Na}, \text{Ca}) \rightleftharpoons (\text{Cl}, \text{O})$ dans la formule chimique de la mahnertite pourrait être mis en évidence avec l'étude de la structure. Ceci sera possible si l'on trouve des cristaux de meilleure qualité.

RÉSUMÉ

La mahnertite, idéalement $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K}) \text{Cu}_3 (\text{AsO}_4)_2 \cdot \text{Cl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a été découverte sur un échantillon récolté dans la mine de Cap Garonne, Var, France. Elle est associée à la tennantite, covellite, geminite et pushcharovskite, sur un gangue de quartz. Elles se présentent en minces cristaux à section carrée, de couleur bleu intense à vert émeraude, qui forment des agrégats ou des sphérules (0,2 mm de diamètre). Les cristaux sont tabulaires sur $\{001\}$ et les formes présentes sont $\{001\}$ et $\{100\}$. Le minéral est translucide avec un éclat vitreux et a une poussière bleu pâle. Il est fragile et mou ($H \sim 2$ à 3), possède une fracture irrégulière et un clivage parfait sur $\{001\}$. Il n'est pas fluorescent. Optiquement, la mahnertite est uniaxe négative avec $\omega = 1,686(2)$, $\epsilon = 1,635(2)$, mesurés à 589 nm; il est pléochroïque : $0 =$ bleu à vert bleu intense, $E =$ bleu clair à vert clair. L'analyse chimique a été effectuée avec la microsonde : CuO 36,37; As_2O_5 39,07; Na_2O 4,58 CaO 2,14; K_2O 0,40; Cl 4,67; H_2O par perte au poids 14,5; total 101,73; moins $\text{Cl} \equiv \text{O}$ 1,05; total 100,68. La mahnertite est tétragonale, son groupe d'espace est $P4_22_12$. Les paramètres de la maille élémentaire sont $a = 10,885(2)$, $c = 23,836(8)$ Å, $V = 2424,1(8)$ Å³ et $Z = 8$. La densité est 3,33(2) (mesurée) et 3,36(1) g/cm³ (calculée). Les lignes de diffraction les plus intenses du diagramme de poudre sont [d Å, (hkl), Ivis]: 11,90, (002), 100; 9,29, (101), 60; 7,132, (110), 50; 5,043, (200), 60; 4,641, (202), 40; 3,098, (303), 80; 3,061, (224), 70; 2,780, (321), 35; 2,652, (315), 35.

Le nom a été attribué en l'honneur du Dr Volker Mahnert, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Genève.

Mots-clés: Mahnertite, nouveau minéral, Mine de Cap Garonne.

REMERCIEMENTS

Nous remercions C. Gilles et M. J. Breton (BRGM, Orléans) pour les analyses à la microsonde. Un très grand merci à Mlle Béatrice Rossire qui a dactylographié le manuscrit.

TABLEAU 1: Analyse chimique de la mahnertite

	1	2	3
CuO	36,37	35,04-37,78	0,8
As ₂ O ₅	39,07	38,05-40,58	0,9
Na ₂ O	4,58	3,95- 5,33	0,4
CaO	2,14	1,70- 2,73	0,3
K ₂ O	0,40	0,21- 0,54	0,1
Cl	4,67	3,84- 5,74	0,6
H ₂ O*	14,5		
Total	101,73		
Cl≡0	1,05		
Total	100,68		

1. % poids, moyenne des 9 analyses

2. % extrêmes

3. déviation standard

* perte au poids

TABLEAU 2: Diagramme de poudre de la mahnertite
(gandolfi, 114,6 mm de diamètre, CuK α radiation)

hkl	d _{calc.}	d _{obs.}	I _{vis.}	hkl	d _{calc.}	d _{obs.}	I _{vis.}
002	11,918	11,90	100	326	2,287	2,284	20
101	9,288	9,29	60	228	2,286		
110	7,131	7,132	50	219	2,284		
112	6,119	6,110	5	423	2,169	2,169	10
200	5,042	5,043	60	424	2,109	2,110	5
202	4,644	4,641	40	431	2,010	2,009	5
105	4,310	4,307	15	510	1,978	1,981	10
006	3,973	3,974	10	433	1,955	1,953	10
220	3,565	3,566	10	503	1,955		
222	3,416	3,411	<5	512	1,951		
301	3,329	3,327	10	338	1,858	1,857	10
107	3,226	3,232	5	435	1,856		
303	3,096	3,098	80	523	1,823	1,824	5
224	3,060	3,061	70	506	1,798	1,799	<5
008	2,979	2,982	<5	436	1,798		
321	2,778	2,780	35	428	1,798		
118	2,749	2,749	20	440	1,783	1,783	10
305	2,747						
315	2,651	2,652	35	339	1,767	1,765	5
323	2,638	2,637	20	442	1,763		
306	2,566	2,568	20	525	1,743	1,740	10
208	2,565						
400	2,521	2,521	15	443	1,739	1,682	10
402	2,467	2,464	5	600	1,681		
227	2,463						
325	2,412			2,411	15	439	1,605
0010	2,384	2,383	<5	509	1,605		
332	2,331	2,331	<5	622	1,580	1,582	5
317	2,328						
				624	1,540	1,540	10
				616	1,530	1,529	10
				448	1,530		
				529	1,529		

BIBLIOGRAPHIE

- MANDARINO J.A. (1981). The Gladstone-Dale relationship: part IV. The compatibility concept and its applications. *Can. Min.*, 19, 441-450.
- MARI G. & ROSTAN P. (1986). La mine de Cap Garonne (Var). *Gîtologie et Minéralogie IMG*, 87 p.
- SARP H. & DOMINIK B. (1995). Redéfinition de la Lindackerite: sa formule chimique, ses données cristallographiques et optiques. *Archs Sci. Genève*, 48, 239-250.
- SCHUBNEL J.H. & CHIAPPERO P.J. (1995). *Minéraux de France*. Muséum national d'Histoire naturelle. 44 p.