

La macquartite : un nouveau silico-chromate de Tiger, Arizona

par SIDNEY A. WILLIAMS et MARJORIE DUGGAN,

Phelps Dodge Co, Drawer 1217, Douglas, Arizona 85607, U.S.A.

Résumé. — Ce minéral a été trouvé récemment sur des spécimens de diopside déjà anciens (environ 1940) provenant de Tiger, Arizona; il peut très bien avoir été confondu avec de la mimétite. Sa couleur est cadmium orangé (RHS 23A) et sa poudre orangé pâle; dureté Mohs 3,5; densité mesurée 5,49 et densité calculée 5,58 g/cm³. Les cristaux peuvent atteindre un millimètre de long avec un bon clivage sur {100}. Il est optiquement négatif avec $2V = 85^\circ$, $n_p = 2,28$, $n_m = 2,31$, $n_g = 2,34$; n_m est suivant b et l'angle $n_p \wedge c$ est égal à $+36^\circ$.

L'analyse chimique a donné : PbO 67,6; CuO 7,8; CrO₃ 10,5; SiO₂ 4,9; H₂O 7,3 %; total 98,1 %, et conduit à la formule $Pb_3Cu(CrO_4)SiO_3(OH)_4 \cdot 2H_2O$.

La macquartite est monoclinique, probablement $C2/m$, avec $a = 20,81$; $b = 5,84$; $c = 9,26 \text{ \AA}$ et $\beta = 91^\circ 48'$; $Z = 4$. Les raies principales du diagramme de poudre sont 4,822 (9), 4,629 (9), 3,156 (10), 3,090 (6), 2,925 (5), 2,768 (5), 2,320 (4), 2,235 (4).

Ce minéral a été nommé en l'honneur du chimiste français L.C.H. Macquart. Cette nouvelle espèce a été approuvée par la Commission des nouveaux noms et des noms de minéraux de l'I.M.A.

Mots clés : macquartite, silico-chromate, nouveau minéral, Tiger (Arizona).

Macquartite, a new silico-chromate from Tiger, Arizona.

Abstract. — This mineral was recently found on already ancient diopside specimens (about 1940) from Tiger, Arizona; it could very well have been mistaken for mimetite. The color is orange cadmium (RHS 23 A) and the powder pale orange; hardness (Mohs) 3.5; measured density 5.49, calculated density 5.58 g/cm³. Crystals can reach 1 mm long in size with a good cleavage on {100}. Optically biaxial negative with $2V = 85^\circ$, $\alpha = 2,28$, $\beta = 2,31$ and $\gamma = 2,34$; γ is along the b axis and the extinction angle is : $c \wedge X = +36^\circ$.

Wet chemical analysis gave : PbO 67.6, CuO 7.8, CrO₃ 10.5, SiO₂ 4.9, H₂O 7.3, sum 98.1 %; this corresponds to the formula $Pb_3Cu(CrO_4)SiO_3(OH)_4 \cdot 2H_2O$.

Macquartite is monoclinic, probably $C2/m$, with $a = 20.81$, $b = 5.84$, $c = 9.26 \text{ \AA}$ and $\beta = 91^\circ 48'$; $Z = 4$. The strongest lines in the X-ray powder pattern are : 4.822 (9), 4.629 (9), 3.156 (10), 3.090 (6), 2.925 (5), 2.768 (5), 2.320 (4) and 2.235 (4).

This mineral is named in honour of the French chemist L. C. H. Macquart. The species and name have been approved by the Commission on New Minerals and Mineral Names, IMA.

Key words : Macquartite, Pb-Cu silico-chromate, new mineral, Tiger (Arizona).

INTRODUCTION

Le premier échantillon sur lequel ce nouveau minéral a été observé nous avait été soumis pour identification par R. A. Jenkins. Il s'agissait d'une masse de quartz filonien grenu largement recouverte de prismes de diopside très bien cristallisé et de wulfénite subordonnée. La macquartite se présente en prismes minces englobés dans la matrice quartzreuse; les cristaux ont une ressemblance superficielle avec la mimétite mais montrent un très bon clivage parallèle aux faces du prisme.

Après cette première découverte, plusieurs autres échantillons, également anciens et provenant de Tiger, ont été repérés et prêtés pour étude par R. A. Jenkins. Tous sont très semblables à l'échantillon original.

ment englobés dans le quartz. Une seule cavité contenant des cristaux géodiques a été observée mais les cristaux étaient petits et apparemment altérés.

La couleur de la macquartite varie légèrement mais est normalement cadmium orangé (RHS 23 A; Royal Horticultural Society); la poudre a une couleur semblable mais légèrement plus pâle. La dureté Mohs est égale à 3,5 et les cristaux sont fragiles; ils donnent soit une cassure irrégulière, soit le bon clivage {100}. Aucune fluorescence n'a été observée.

La densité a été mesurée par immersion dans du toluène à 23 °C, à l'aide d'une balance de Berman; elle est égale à $5,49 \pm 0,07$. Quelques grains de quartz grenu contenant de la macquartite ont été utilisés pour cette mesure. Ils ont ensuite été analysés pour le plomb afin d'obtenir le rapport quartz/macquartite.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Bien que certains cristaux puissent atteindre un millimètre (élongation suivant l'axe b), ils sont fréquemment euhédraux et sont presque invariable-

COMPOSITION CHIMIQUE

Une première analyse spectrographique a été réalisée sur un échantillon de macquartite dans sa gangue et un bon nombre d'éléments de la table de Mendéléev a été

observé. Cette analyse a montré de fortes teneurs en Cr, Sr, Ba, Pb, Ca, Si, et Cu et des teneurs faibles en Al, Mo, Zn, Be, Mg, Fe, et As. Puisque la plupart de ces éléments pouvaient être attribués aux autres minéraux présents, le minéral considéré comme mélangé à de la gangue a été analysé pour Cu, Pb et Cr. Ceci a donné des rapports moléculaires rationnels mais un total bas. Des analyses ultérieures concernant les éléments Mo, F, Al, Ca et Mg, susceptibles d'être présents, n'ont pas résolu le problème. Finalement, nos soupçons se sont portés sur le silicium et sa présence nous a été confirmée par F. Cesbron qui a soumis un cristal à une analyse qualitative à l'aide de la microsonde électronique.

Le travail analytique a été basé sur de la macquartite englobée dans sa gangue du fait de sa difficile extraction par des moyens physiques. La plupart des échantillons soumis à l'analyse comportaient entre 7 à 15 % de macquartite (pondéralement), le reste étant constitué par du quartz avec des traces faibles mais constantes de willémitte et de barite. Parfois la fluorite et le chrysocolle sont également présents.

Les rapports Pb/Cu/Cr ont d'abord été recherchés. Des attaques par l'acide nitrique ou perchlorique ont été utilisées ainsi qu'une dissolution complète à l'aide d'un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique. Les prises étaient généralement des fragments de gangue et de macquartite de taille millimétrique. Les résidus insolubles ont été lavés et pesés après l'attaque ; ils contenaient généralement des restes non dissous de macquartite.

Les solutions ont été amenées à volume connu et les éléments Pb, Cu, Cr, Fe et Zn ont été analysés par absorption atomique. Les résultats obtenus sont les suivants :

- solution d'attaque nitrique à 10 % : les rapports Pb/Cu/Cr sont égaux à 3,01/0,94/1,06 et 3,11/0,91/1,06 ;
- solution d'attaque HF - HNO₃ : le rapport Pb/Cu est égal à 2,97/1.

Afin de déterminer la teneur absolue en plomb de la macquartite, deux analyses ont été faites.

- Un échantillon de 13,780 mg a donné 12,793 mg d'insoluble, 530 µg de Pb, 97 µg de Cu, et 4 µg de Zn après attaque avec HClO₄ à 40 %. Le cuivre en excès a été soustrait comme chrysocolle et le zinc comme willémitte, ces deux minéraux étant présents dans l'échantillon utilisé. Ces corrections ont permis d'obtenir une valeur de 60,7 % pour le plomb.

- Un autre échantillon de 10,777 mg a été traité par HCl concentré et a fourni 9,707 mg d'insoluble, 620 µg de Pb, 62 µg de Cu, et 65 µg de Zn. En considérant le zinc comme provenant de la willémitte, la teneur en plomb de la macquartite est de 64,8 %.

A ce stade, la teneur absolue en plomb était connue (62,8 %) et celles en Cu et Cr fixées par les rapports Pb/Cu/Cr. Le plomb a été utilisé comme référence de base car une étude pétrographique préalable avait montré qu'aucun autre minéral plombifère n'était présent dans la gangue.

Pour déterminer la silice, un échantillon de macquartite dans sa gangue, d'environ 10 mg, a été broyé très finement et placé dans le tube en plastique d'une centrifugeuse avec 5 cm³ d'acide perchlorique 1 M.

Lorsque la couleur jaune de la macquartite a disparu, des aliquotes ont été prélevées pour l'analyse de Si, Pb, Cu et Cr. Deux échantillons ont ainsi été analysés.

- Le premier, de 8,297 mg, a donné : 60 µg de Si, 1 500 µg de Pb, 148 µg de Cu, et 6 µg de Zn. Un témoin de 8,000 mg de quartz a donné 4 µg de Si. Après correction pour la silice provenant de l'échantillon témoin et de la willémitte, les rapports moyens étaient Pb/Si = 3,7/1 et Cu/Si = 1,195/1, soit une teneur de 2,3 % de Si dans la macquartite.

La silice a été déterminée par spectrophotométrie UV du silicomolybdate après extraction par l'acétate d'éthyle, selon la méthode de Schink (1965). Le phosphore peut interférer mais son absence avait été démontrée préalablement.

L'eau a été déterminée par la méthode de Penfield sur un spécimen finement pulvérisé de macquartite dans sa gangue. Un échantillon de 3,803 mg a donné 32 µg de H₂O. La scorie verdâtre provenant du chauffage a été recueillie et dissoute dans un mélange de HF et de HNO₃. L'analyse a montré une teneur en Pb de 274 µg, donnant ainsi un rapport Pb/H₂O égal à 4,03/3.

Les résultats des analyses sont présentés dans le tableau I.

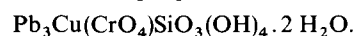
	1	2	3
PbO	67,6 %	0,303	68,2 %
CuO	7,8	0,098	8,1
CrO ₃	10,5	0,105	10,2
SiO ₂	4,9	0,082	6,1
H ₂ O	7,3	0,405	7,3
total	98,1		99,9

TABLEAU I. - Analyse chimique de la macquartite.

1. Composition chimique de la macquartite ; voir le texte pour la discussion.

2. Rapports moléculaires.

3. Composition théorique pour



CRISTALLOGRAPHIE

Les données radiocristallographiques ont été obtenues à partir d'un fragment de clivage. Les diagrammes de cristal tournant et de Weissenberg effectués autour des axes *b* et *c* suggèrent les groupes spatiaux suivants : C2/*m*, C2, ou *Cm*. Le groupe C2/*m* semble préférable étant donné le manque d'évidences en faveur d'une symétrie plus basse. Les paramètres sont les suivants : *a* = 20,81, *b* = 5,84, *c* = 9,26 Å, et β = 91°48'. En utilisant la formule fournie par l'analyse et un nombre d'unités formulaires égal à 4, la densité calculée est égale à 5,58 g/cm³ et en accord raisonnable avec la densité mesurée de 5,49.

Le diagramme de poudre indexé est présenté dans le tableau II.

PROPRIÉTÉS OPTIQUES

L'étude des lames minces de macquartite montre des cristaux, d'aspect parfait à squelettique, englobés dans

d_{obs}	I	hkl	d_{calc}	d_{obs}	I
10,43	2	200	10,402	2,469	2
7,019	1	20 $\bar{1}$	7,025	2,320	4d
4,822	9	11 $\bar{1}$	4,823	2,235	4d
4,628	9	002	4,628	2,135	2d
		40 $\bar{1}$	4,596	2,077	2
4,202	1	202	4,180	2,043	2
3,557	1	112	3,558	1,958	2
3,467	3	600	3,467	1,892	3
3,405	3	402	3,405	1,876	3
3,211	1	51 $\bar{1}$	3,208	1,820	1d
3,156	10	511	3,156	1,779	1
		312	3,182	1,756	1
3,090	6	003	3,085	1,728	1
2,925	5	020	2,919	1,700	1/2
		203	2,933	1,673	1
2,818	1	60 $\bar{2}$	2,818	1,578	3
2,768	5	51 $\bar{2}$	2,768		
2,707	1	11 $\bar{3}$	2,714		
		22 $\bar{1}$	2,696		
2,607	1/2	800	2,600		
2,561	1/2	71 $\bar{1}$	2,565		
		31 $\bar{3}$	2,563		
2,525	3	80 $\bar{1}$	2,524		

TABLEAU II. — Diagramme de poudre de la macquartite. Chambre de 360 mm de circonférence, radiation CrK α .

du quartz grenu. Le pétrographe peu vigilant pourrait aisément confondre ce minéral avec la raspite, ou même la dunhamite. Les autres espèces observées en lame mince sont la barite et la willémitte, habituellement « flottant » dans le quartz sous forme de petits globules. Des lamelles d'hématite peuvent se rencontrer dans les interstices du quartz, ainsi que des traces de fluorite. Localement, des fibres fines de chrysocolle sont présentes dans les joints des grains de quartz.

Les cristaux sont distinctivement pléochroïques, spécialement dans les lames épaisses, et la couleur varie du jaune citron (selon n_p) à l'orangé sombre (le long de

n_m et n_g); $X < Y = Z$. L'allongement est positif ou négatif puisque les prismes sont allongés suivant l'axe b qui est aussi la direction de n_m . La direction de n_p fait un angle de 36° avec l'axe c (dans l'angle obtus β). Les indices de réfraction ont été mesurés dans des mélanges de soufre et de sélénium fondus; ils sont égaux à : $n_p = 2,28$; $n_m = 2,31$; $n_g = 2,34$ et $2V_x = 85^\circ$.

DISCUSSION

La macquartite représente le quatrième silicochromate connu. Les échantillons dans lesquels elle se présente suggèrent deux caractéristiques, chacune d'entre elles, ou les deux, pouvant être des conditions nécessaires à sa formation. Le fluor était présent durant l'oxydation et les températures d'oxydation peuvent avoir été anormalement élevées. Il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles pour évaluer ces facteurs.

Le nom est en l'honneur de Louis-Charles-Henri Macquart (1745-1803) qui rapporta en France des spécimens de crocoïte de Russie, il y a plus de 200 ans. L'élément chrome a été découvert à partir de ces échantillons.

Les échantillons-types seront fournis au British Museum (Natural History) et au Geological Museum de l'Université d'Arizona, Tucson.

Remerciements. — Nous tenons à remercier F. Cesbron qui a déterminé qualitativement le silicium à la microsonde et nous a aidés à traduire cet article, ainsi que R. A. Jenkins qui a généreusement mis à notre disposition tous les échantillons en sa possession.

Reçu le 3 janvier 1980
Accepté le 22 janvier 1980

RÉFÉRENCE

SCHINK, D. (1965). — *Anal. Chem.* 37, 764.