

MICROFICHE ETABLIE A PARTIR DE
L'UNITE DOCUMENTAIRE
N

جديدة منجزة حسب الوثيقة
رقم :

7 2 1 0 4 8

ROYAUME DU MAROC

المملكة المغربية

المركز الوطني للوثائق
CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION

SERVICE DE REPROGRAPHIE
ET IMPRIMERIE

B.P 826 RABAT



مصلحة الطباعة والتصوير
ص.ب 826 الرباط

F

1

Présence d'allocalasite dans les minerais cobalto-nickélifères du district de Bou-Azzer (Anti-Atlas, Maroc)

par

Zdenek JOHAN*, Marc LEBLANC** & Paul PICOT*

Resume. L'allocalasite est signalée pour la première fois au Maroc. Elle est abondante dans certains minerais des Ait-Ahmane et existe sans doute dans beaucoup d'autres gisements du district cobalto-nickélifère de Bou-Azzer. Elle est orthorhombique avec $a = 4,62$ $b = 5,60$ $c = 3,46 \pm 0,02$ A. mais l'existence probable de plusieurs variétés structurales pose des questions délicates de structure. Très riche en Co, elle ne contient que très peu de Fe, un peu de Cu et sa formule est assez voisine de la composition idéale $CoAsS$. Ses propriétés optiques sur sections polies sont décrites : abondamment maclée, elle est étroitement associée à de la cobaltite. Des comparaisons sont faites avec une allocalasite de composition voisine, provenant du Lautaret (Hautes-Alpes, France).

CADRE GEOLOGIQUE ET MINERALOGIQUE

Le district métallogénique de Bou-Azzer - El-Graara (Anti-Atlas central) est célèbre pour ses minéralisations d'arséniures de cobalt et de nickel en bordure de massifs de serpentines précambriennes (Jouravsky, 1952 ; Clavel & Leblanc, 1970 ; Kroutov, 1971). La région des Ait-Ahmane, dans la partie orientale du district, ne possède que des petits gîtes dont les associations minérales sont cependant similaires à celles des autres gisements de Bou-Azzer. C'est dans deux des gîtes des Ait-Ahmane (filons 54 et 60) qu'a été déterminée pour la première fois l'allocalasite, en 1969 (1).

Les gîtes des Ait-Ahmane sont des lentilles métriques à décamétriques de calcite (avec quartz, talc, dolomite, chlorites) situées en bordure de massifs de serpentines (ophiolites du Précambrien II). Les lentilles calcitiques se sont développées aux

dépens des serpentines (avec chromite et magnétite résiduelles) : elles renferment une minéralisation de répartition et de composition très irrégulières à l'intérieur d'une même lentille. La minéralisation arseniure primaire comprend : skutterudite, loellingite, nickelite (avec safflorite, rammelsbergite, gersdorffite, glaucodot, mispickel, mauchérite, parammelsbergite) : on y trouve des traces de : molybdénite, cobaltite, bismuth natif, galène, blende, pyrite, pentlandite et elle est recoupée par une venue plus tardive de chalcopryrite et bornite. Les minéraux d'oxydation sont représentés à côté de l'annabergite et de l'érythrine par : talmessite, stannière, asbolane, garnièrite, divers arséniates calciques, arséniates de fer, arséniates complexes de Ni - Cu - Zn ainsi que par des minéraux de cuivre : malachite, idaïte, covellite, chalcocite.

Les arséniures et sulfo-arséniures de Co - Ni - Fe ont eux-mêmes des compositions chimiques variées pour une espèce donnée. Des analyses à la microsonde de Castaing ont confirmé la structure zonée tranchée de la plupart de ces minéraux, avec de multiples variations de composition chimique qu'il sera difficile d'élucider complètement. Par exemple, nous avons observé en bordure de cristaux de gersdorffite, une zone à pouvoir réflecteur moindre et à tendance anisotrope, qui serait une gersdorffite particulièrement riche en Co.

(1) Depuis lors, nous avons également reconnu l'existence d'allocalasite dans un échantillon du gisement d'Arhbar. En outre, la Direction du district minier de Bou-Azzer (Compagnie de Tifnout-Tiranimine), nous a aimablement fait savoir que le rapport (inédit) de novembre 1971 de la Mission soviétique, dirigée par le Prof. G.A. Kroutov, mentionne l'allocalasite dans les gisements de Tarouni, Bou-Azzer Est et Tamdrost.

* Service Géologique National, BRGM., Orléans-la-Source
** Centre de Recherches sur les zones arides (Pétrographie africaine), CNRS, Montpellier

Des échantillons d'une minéralisation assez massive, localement altérée en érythrine, provenant des filons 54 et 60 des Aït-Ahmane, sont constitués en majeure partie d'un minéral que l'on peut identifier à l'*allocalasite*, telle que l'a redéfinie P.W. Kingston (1971). Nous donnerons ci-dessous les caractères de cette *allocalasite*. Notons qu'elle est accompagnée d'un peu de molybdénite en très fines paillettes et de quelques plages de chromite.

CARACTERES RADIOCRISTALLOGRAPHIQUES

Le diagramme de poudre de l'*allocalasite* des Aït-Ahmane est pratiquement identique à celui de l'*allocalasite* du Lautaret (Hautes-Alpes) (Pierrot & al., 1972). Il est assez voisin des diagrammes d'*allocalasite* publiés par P.W. Kingston (1971) pour permettre, compte tenu de la composition chimique correspondant à peu près à CoAsS (cf. ci-dessous), d'appeler le minéral *allocalasite*. Cependant, il n'est identique à aucun d'eux. Les différences portent

non seulement sur des décalages de raies attribuables à des variations des paramètres orthorhombiques, mais aussi sur des intensités relatives de raies et sur la présence ou l'absence de certaines raies peu intenses. Ces divergences n'ont rien de surprenant en l'état actuel des connaissances sur l'*allocalasite* et les arséniures, sulfo-arséniures et sulfo-antimoniures apparentés, puisque la possibilité de plusieurs variantes structurales d'*allocalasite*, présentant des groupes spatiaux différents: $P2_1 2_1 2_1$; $P 2_1 2_1 2_1$; $P n n m$, et probablement des surstructures. Ces diverses variantes ne pourront être complètement définies que par des études approfondies sur la structure; nous nous abstenons donc ici d'ajouter un groupe spatial possible de plus. Signalons simplement que les diagrammes de poudre des *allocalasites* des Aït-Ahmane et du Lautaret (tabl. 1) indiquent une symétrie orthorhombique avec, dans l'orientation adoptée par P.W. Kingston (1971):

$$a = 4,62 \quad b = 5,60 \quad c = 3,46 \quad \text{à } \pm 0,01 \text{ \AA}$$

TABLEAU 1

Diagramme de poudre de l'*allocalasite* des Aït-Ahmane

Radiation $\text{Cu K}\alpha$, filtre Ni, chambre de 240 mm de circonférence, d calculés avec $a = 4,620$, $b = 5,597$, $c = 3,459$, $I =$ Intensités relatives de 0 à 10, $l =$ large.

| I | d . mes. | d . calc | hkl |
|-----|------------|------------------|--------------|
| 3 | 5,63 Å | 5,60 | 010 |
| 5 | 3,561 | 3,563 | 110 |
| 1 | 2,943 | 2,943 | 011 |
| 10 | 2,767 | 2,768 | 101 |
| 9 | 2,482 | 2,482 | 111 |
| 8 | 2,394 | 2,394 | 120 |
| 2 | 2,310 | 2,310 | 200 |
| 1 | 2,177 | 2,176 | 021 |
| 2 | 2,133 | 2,135 | 210 |
| 4 | 1,968 | 1,968 | 121 |
| 7 | 1,816 | 1,817 | 211 |
| 2 | 1,781 | 1,781 | 220 |
| 4 1 | 1,729 | 1,729 | 002 |
| 6 | 1,642 | 1,642 | 031 |
| 3 | 1,583 | 1,584 | 221 |
| 4 | 1,548 | 1,547 | 131 |
| 3 | 1,484 | 1,485 | 310 |
| 5 | 1,399 | { 1,401 1,399 | { 122 040 |
| 1 | 1,363 | 1,364 | 311 |
| 2 | 1,342 | 1,339 | 140 |
| 2 | 1,220 | 1,223 | 132 |
| 3 | 1,196 | 1,197 | 240 |

TABLEAU 2.

*Pouvoirs réflecteurs de l'allocalasite des Aït-Ahmane
Mesures par rapport à un étalon de carbure de silicium*

| λ en Å | Plage I | | Plage II | |
|----------------|---------|--------|----------|--------|
| | R. max | R. min | R. max | R. min |
| 4200 | 49,9 | 48,0 | 49,0 | 47,7 |
| 4400 | 49,8 | 47,5 | 49,6 | 48,4 |
| 4600 | 50,2 | 47,8 | 50,0 | 49,0 |
| 4800 | 50,8 | 48,5 | 50,3 | 49,3 |
| 5000 | 51,4 | 49,2 | 50,4 | 49,5 |
| 5200 | 51,7 | 49,4 | 50,2 | 49,5 |
| 5400 | 51,5 | 49,3 | 50,0 | 49,4 |
| 5600 | 51,2 | 49,1 | 49,9 | 49,0 |
| 5800 | 51,0 | 48,8 | 49,6 | 48,6 |
| 6000 | 50,6 | 48,4 | 49,2 | 48,1 |

Ces paramètres sont voisins de ceux de l'allocalasite d'Orawicza ($a = 4,66$ $b = 5,61$ $c = 3,40$ Å) (Kingston, 1971). On remarque en outre qu'ils correspondent également bien à ceux donnés par A.P. Poluskina & G.A. Sidorenko (1963) : $a = 4,56$ $b = 5,55$ $c = 3,46$, groupe spatial $P n m m$, pour un minéral de formule $(Co,Ni) AsS$ (avec 8,8 % Ni en poids), qu'ils considèrent comme une variété structurale de cobaltite.

CARACTERES OPTIQUES ET PHYSIQUES

Sur sections polies, l'allocalasite présente un pouvoir réflecteur élevé voisin de —50 %. Des mesures effectuées sur l'allocalasite des Aït-Ahmane, avec différentes longueurs d'onde, ont donné les résultats exposés dans le tableau 2. Sa couleur est blanche ; par comparaison directe avec la cobaltine, qui lui est parfois associée, et à l'immersion, la teinte apparaît légèrement gris-bleuâtre, tandis que la cobaltine est un peu plus réfléchissante et plus jaunâtre, plus crème.

Entre nicols croisés, l'anisotropie est assez peu colorée lorsque les nicols sont parfaitement croisés. Si on les décroise un peu, apparaissent des teintes vives et colorées : rose mauve à vertes (en particulier avec la lampe à arc) que l'on ne peut confondre avec aucune autre espèce. L'allocalasite présente une belle lamellation maclée, très constante, rappelant tout à fait la rammelsbergite (fig. 1).

En outre, les lamelles maclées (en particulier celles qui se trouvent au voisinage des bordures



FIG. 1 : Cristal d'allocalasite des Aït-Ahmane. Les « lamelles de macle » apparaissant en noir sur la photographie sont ici constituées de cobaltite. Section polie, lumière réfléchie analysée, grandissement X 150.

TABLEAU 3

Analyses des alloclasites de Bou-Azzer et du Lautaret

| | LAUTARET | | | BOU-AZZER | | |
|--------|----------|------|------|-----------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Co | 30,0 | 510 | 0,86 | 31,0 | 527 | 0,88 |
| Fe | 2,5 | 45 | 0,08 | 1,1 | 20 | 0,03 |
| Ni | 1,1 | 19 | 0,03 | 2,2 | 38 | 0,06 |
| Cu | 0,6 | 9 | 0,02 | — | — | — |
| As | 44,8 | 599 | 1,01 | 46,5 | 621 | 1,04 |
| S | 18,9 | 591 | 1,00 | 19,0 | 594 | 0,99 |
| Totaux | 97,9 | 1783 | 3 | 99,8 | 1800 | 3 |

1. Analyses à la microsonde électronique (Ch. Gilles, BRGM).

2. nombre de millièmes g.

3. nombre d'atomes par unité formulaire calculé sur la base d'un total égal à 3.

de cristaux) sont très souvent remplacées par de la cobaltine. Ce remplacement s'accompagne de fines fissures dans le cristal mais il est impossible de dire si ces fissures sont une cause ou une conséquence du remplacement. Il faut remarquer que P.W. Kingston (1971) n'a observé aucune macle, dans l'alloclasite d'Orawicza (Roumanie).

Localement on note, dans les amas d'alloclasite, des changements dans les teintes de polarisation, laissant supposer des variations de composition chimique.

Des essais de microdureté Vickers sur l'alloclasite ont donné des valeurs variant entre 743 et 907 kg/mm², avec une moyenne de 809 kg/mm².

CARACTERES CHIMIQUES

La composition chimique de l'alloclasite a été étudiée à la microsonde électronique. L'analyse qualitative a permis de déceler la présence de Co, Fe, Ni, Cu, As et S à l'exclusion de tout autre élément à nombre atomique supérieur à 5.

Deux analyses quantitatives ont été effectuées, l'une sur le minéral du Lautaret (Pierrot & al., 1972), l'autre sur l'échantillon de Bou-Azzer, en utilisant comme témoins de la cobaltite : CoAsS, Fe, Ni et Cu métaux. Les résultats obtenus (tabl. 3) correspondent bien à une formule type MeAsS, où Me = Co, Fe, Ni, Cu avec une forte prépondérance de Co. Les formules cristallographiques sont les suivantes :

Lautaret : $(\text{Co}_{0,86}, \text{Fe}_{0,08}, \text{Ni}_{0,03}, \text{Cu}_{0,02})_{0,99} \text{As}_{1,01} \text{S}_{1,00}$ Aït-Ahmane : $(\text{Co}_{0,88}, \text{Fe}_{0,03}, \text{Ni}_{0,06})_{0,97} \text{As}_{1,04} \text{S}_{0,99}$

La formule idéale peut donc être écrite : CoAsS, avec toutefois une possibilité de remplacement de Co par Ni, Fe, Cu. On remarque que les alloclasites des Aït-Ahmane et du Lautaret sont nettement plus riches en Co et plus pauvres en Fe que les alloclasites d'Orawicza (Roumanie), de Westphalie et de Dogatani (Japon) analysées par P.W. Kingston (1971), et qu'elles contiennent toutes deux un peu de nickel.

REFERENCES

CLAVEL M. & LEBLANC M. (1970) : Les minéralisations de la région de Bou-Azzer-El-Graara, in : Livret-guide excursion colloque sur les corrélations du Précambrien. *Notes & M. Serv. géol. Maroc*, n° 229, p. 219-229, 7 fig.

JOURAVSKY G. (1952) : Cobalt et Nickel, in : Géologie des gîtes minéraux marocains. *Notes & M. Serv. géol. Maroc*, n° 87 & 19^e Congr. géol. Intern. Alger, Monogr. Région. 3^e Sér., Maroc, n° 1, p. 87-101, 1 carte.

KINGSTON P.W. (1971) : On alloclasite, a Co - Fe sulpharsenide. *The Canad. Miner.*, t. 10, part. 5, p. 838-846.

KROUTOV G.A. (1970) : Les gisements cobalto-nickélicifères de la région de Bou-Azzer, Maroc. *Geol Rudnykh Mestoroj.*, n° 4.

PIERROT R., PICOT P. & POULAIN P.A. (1972) : Inventaire minéralogique de la France : 05 - Hautes Alpes. Editions BRGM, Orléans.

POLUSKINA A.P. & SIDORENKO G.A. (1963) : Une variété structurale de cobaltite. *Doklady Akad. Nauk, URSS*, t. 153, p. 1420.

(Manuscrit reçu le 10 mai 1972)

ANNEE N° D'ACCESSION DOMAINE
 42-1048-E
 2 4 9 12
 61 ← REPETER PERFO → 72

BIBLIOGR. B

INDEXATION

VERIFICATION *9/2*

CODE SPECIAL
 AAARI
 75 80
 TOUTES CARTES
 61-72

P. 81

MATCH

IDENTIFICATION DE L'UNITE DOCUMENTAIRE

| CLASSE | LG | LG EXICT. | REFERENCES | OBSERVATIONS | C. C. |
|--------|-----|-----------|------------|--------------|-------|
| PE- | EVE | | | | 01 |

AUTEUR

| | | | | | |
|---------|-------------|---------|--|--|----|
| JOHAN Z | LEBI LANG M | PICOT F | | | 11 |
| | | | | | 12 |

TITRE

| | |
|--|----|
| PRESENCE D'ALLOCLASITE DANS LES MINERAIS COBALTO-NICKELI- FERRES DU DISTRICT DE BOU-AZZER /ANTI-ATLAS, MAROC/ | 21 |
| | 22 |
| | 23 |
| | 24 |

SOURCE

| | |
|--|----|
| NOTES SERV. GEOL. MAROC, RABAT, 1972 - N° 241, TOME 32, P.P. 81-85, 1 PHOT, 3 TAB, 6 REF. - NOTES MEM. SERV. GEOL. MAROC, NO. SPEC. MINERALOGIE - CF 172-1039! | 31 |
| | 32 |
| | 33 |
| | 34 |

DONNEES COMPL.

| | |
|--|----|
| | 02 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |



| | | | | | | | | | |
|----------------|---|----|----|----|----|----|----|------|------|
| RÉSUMÉ - INDEX | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 75 | |
| | * MINÉRAUX NON SILICATÉS D'ANALYSE MINÉRALE NON SILICATÉS | | | | | | | | 5 01 |
| | / MINÉRAUX | | | | | | | | 5 07 |
| | * ALLOCLASITE SIGNALÉE DANS LES MINÉRAUX | | | | | | | | 5 11 |
| | * LOCALISATIONS MINÉRALES DE / BOU AZERK / (PROVINCE DE QUARZAZATE) = | | | | | | | | 5 12 |
| | * PROPERTIES PHYSIQUES, DIAGNOSTIC DE POUSSÈRE & COMPOSITION MINÉRALE DE L'ALLOCLASITE DE / BOU AZERK / = | | | | | | | | 5 21 |
| | | | | | | | | 5 22 | |
| | | | | | | | | 5 | |
| | | | | | | | | 5 | |
| | | | | | | | | 5 | |
| AUTRE | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

NOTES D'INDEXATION

* alloclase - minéral

ROYAUME DU MAROC
CENTRE NATIONAL
DE DOCUMENTATION
22 JUN 1975
92-1048
MICROFICHE

FIN

8

VUES