

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 51 (1971)

Heft: 2-3

Artikel: Sur le diagnostic d'un sulfoantimoniure de Pb

Autor: Le Bel, Laurent

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-39830>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 28.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Sur le diagnostic d'un sulfoantimoniure de Pb

Par *Laurent Le Bel* (Lausanne) *)

Avec 4 figures et 2 tableaux dans le texte

Résumé. On a décrit, au N d'Alès (France), un sulfoantimoniure de Pb comme étant de la semseyite. L'auteur étudie ce minéral, et en s'appuyant en particulier sur le chimisme du minéral déterminé à la microsonde, il pense qu'il s'agit de boulangerite. L'étude aux rayons X soulève le problème de la définition de la boulangerite.

Abstract. A sulphantimonide of lead, which occurs near Alès (France), has been described as semseyite. Various methods of investigation, and particularly the chemical analysis of the mineral with the microprobe, suggest that it is in fact boulangerite. X-ray diagrams emphasize the problem of definition of boulangerite.

I. INTRODUCTION

BERNARD (1961), dans sa thèse sur la province métallifère sous-cévenole, signale au nord d'Alès (Gard, France; gisement de l'Espinette) au sein d'une minéralisation Pb-Zn, un sulfoantimoniure de Pb. en „grandes plages à extinction roulante“, et le décrit comme étant de la semseyite. En petites plages dans les niveaux finement grenus, ce minéral apparaît en gros globules dans les niveaux „bréchiques“.

C'est ce minéral à facies „plumositique“ que nous avons voulu étudier.

II. COMPOSITION CHIMIQUE DU MINÉRAL

Comme nous disposons de microanalyses électroniques, nous pouvons nous contenter d'une analyse qualitative spectrophotométrique et d'analyses quantitatives par absorption atomique pour situer le minéral: il s'agit effectivement d'un sulfoantimoniure de Pb.

*) Institut de Minéralogie de l'Université, Palais de Rumine, 1000 Lausanne.

a) Spectrophotométrie (ARL):

Présence: abondance: Pb, Sb.

trace: C, Si, Ca, Mg, Zn (la gangue étant SiO_2 , CaCO_3 , $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ et ZnS).

Absence: As, Sn, Bi, Co, Ni, Ba, Cu, Mn, Au, Ge et Hg.

Le minéral a donc une formule de la forme: $\text{Pb}_x\text{Sb}_y\text{S}_z$.

b) Absorption atomique:

Des analyses¹⁾ ont donné:

52,76–53,60% Pb, 20,70–23,98% Sb, 23,26–25,70% S.

Ces pourcentages correspondent, en ramenant la formule à 7 Sb et en admettant l'homogénéité des plages, à la formule: $\text{Pb}_{9-10}\text{Sb}_7\text{S}_{26-32}$.

Sur 14 minéraux possibles (NOWACKI, 1969), nous ne retiendrons que la boulangérite $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$ et la semseyite $\text{Pb}_9\text{Sb}_8\text{S}_{21}$, seuls à posséder un rapport Pb/Sb/S voisin de celui de notre minéral.

Il semble donc qu'à ce niveau de précision, et sur le plan chimique, nous sommes devant l'alternative boulangérite-semseyite.

III. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES. MICROSCOPIE

a) Le minéral constitue la masse centrale des concrétions à peu près sphériques. Il est gris-acier et son éclat est métallique. La bordure des globules est noire et mate.

Le trait sur porcelaine est gris-noir. Densité: 5,63. Dureté: 2,5.

b) Sous le microscope, on constate un bon poli en dépit de la faible dureté.

La couleur est gris-blanc. Le pouvoir réflecteur est inférieur à celui de la galène. A côté de la galène, le minéral apparaît légèrement bleu-vert. (La comparaison étant possible grâce à la présence par place de minuscules inclusions amiboïdes de galène dans le minéral.)

On ne voit pas de réflexion interne.

Entre nicols croisés, on constate qu'une plage est constituée par une juxtaposition de fibres ou aiguilles plus ou moins ployées, et disposées de manière radiale. Elles sont fortement anisotropes. La rotation de l'analyseur fait apparaître une succession de teintes asymétriques (Fig. 1 et 2).

c) Microdureté (VHN). L'impact est bon et isotrope tant avec 100 g qu'avec 30 g. Avec 30 g les mesures donnent la fourchette: 131–138.

¹⁾ Dr Hofmann, câbleries de Brugg.

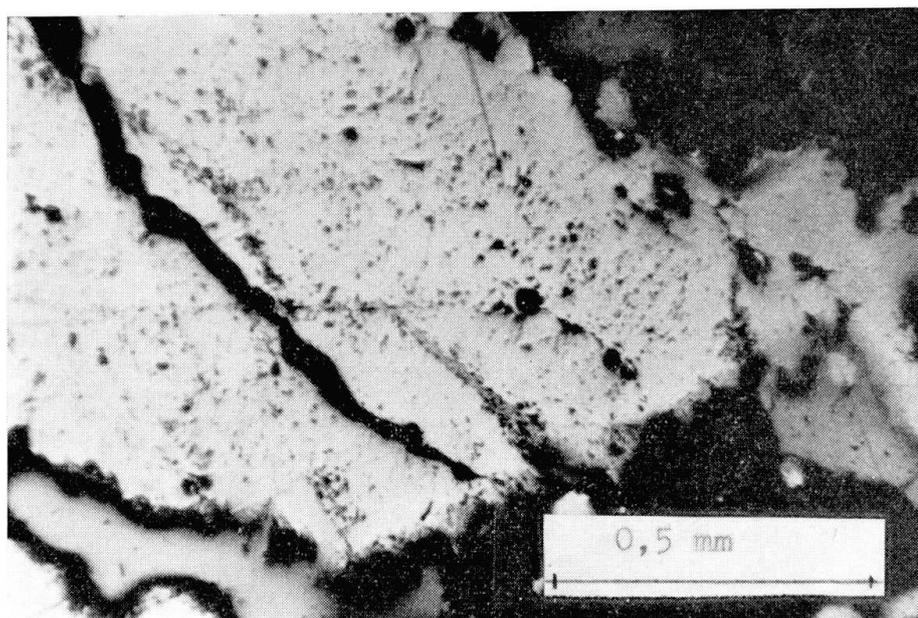


Fig. 1. Plaque du minéral étudié. $\times 80$. Lumière naturelle.

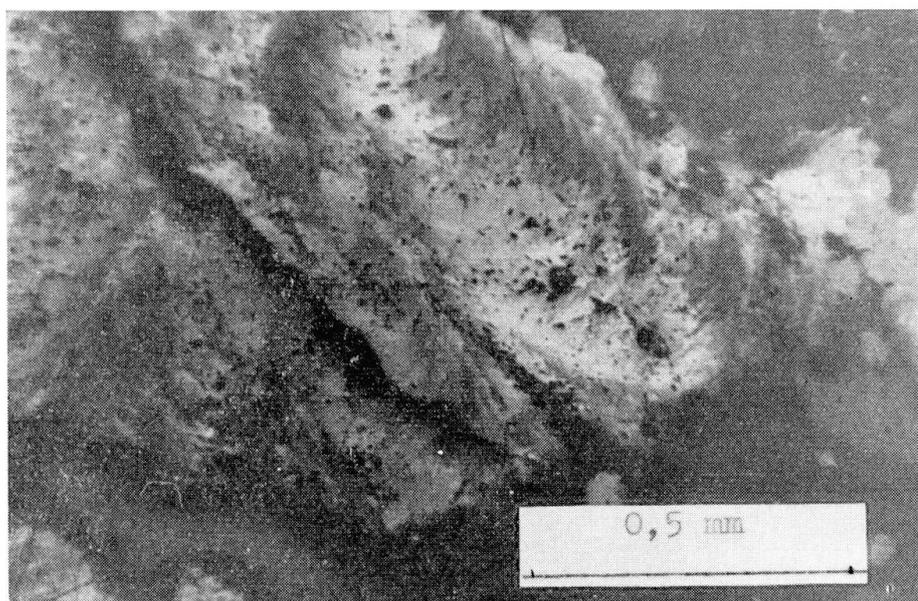


Fig. 2. Même plaque, lumière polarisée, analyseur légèrement décroisé. $\times 80$.

d) Pouvoir réflecteur. Anisotropie. Dispersion. Le pouvoir réflecteur a été étudié à la cellule en lumière blanche, et au photomultiplicateur pour 3 longueurs d'onde.

Microphotomètre (Leitz MTV): comme il est impossible d'isoler dans le champ un seul individu, le maximum et le minimum représentent les données statistiques du pouvoir réflecteur d'un certain nombre d'individus. Le standard utilisé est le Silicium ($R = 37,4\%$ en lumière blanche). Notre minéral montre l'anisotropie: $R = 36,0-39,5\%$.

Photomultiplicateur: le faible champ permet d'isoler une fibre du minéral. Nous avons alors:

| | bleu (466 m μ) | vert (549 m μ) | rouge (655 m μ) |
|------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| R _M % | 41,0 | 40,5 | 39,4 |
| R _m % | 35,0 | 36,9 | 35,8 |

La birélectance est à 549 m μ :

$$\Delta R_{\text{absolue}} = R_M - R_m = 3,6.$$

$$\Delta R_{\text{relative}} = \frac{R_M - R_m}{R_M} \cdot 100 = 8,8 \%$$

L'ensemble des observations sous le microscope montre une certaine parenté de notre minéral avec la boulangérite (minéral à faciès „plumositique“), plutôt qu'avec la semseyite (minéral tabulaire).

Dressons d'ailleurs un tableau comparatif des propriétés de ces trois minéraux (Tableau 1):

Tableau 1. *Pouvoirs réflecteurs, birélectances, densités et duretés VHN du minéral étudié, de la boulangérite²⁾ et de la semseyite³⁾*

| | dureté VHN | R % | | | $\Delta R_{\text{ab.}}$ à 550 m μ | $\Delta R_{\text{rel.}}$ % | densité |
|----------------------------|------------|------|------|-------|--|----------------------------|---------|
| | | bleu | vert | rouge | | | |
| minéral étudié | 131-138 | 41,0 | 40,5 | 39,4 | 3,6 | 8,8 | 5,63 |
| | | 35,0 | 36,9 | 35,8 | | | |
| boulangérite ²⁾ | 113-179 | 39,7 | 41,5 | 40,4 | 3,9 | 9,7 | 5,6-6,5 |
| | | 35,3 | 37,5 | 36,5 | | | |
| semseyite ³⁾ | 150 env. | 38,3 | 40,5 | 37,5 | 1,4 | 3,4 | 6,08 |
| | | 37,2 | 39,1 | 36,4 | | | |

IV. MICROANALYSES ÉLECTRONIQUES

(Les analyses ont été effectuées par Monsieur G. Burri au Centre de micro-analyse électronique de l'Institut de Physique expérimentale de l'Université de Lausanne.)

Nous avons cherché à établir un diagnostic en faveur de la boulangérite ou de la semseyite grâce à des analyses quantitatives précises.

Deux plages du minéral ont été analysées à la microsonde. Le standard servant de témoin était de la semseyite possédant la composition chimique suivante:

| | Pb | Sb | S |
|---------------|------|------|------|
| % (analyse) | 53,1 | 27,1 | 18,9 |
| % (théorique) | 53,0 | 27,6 | 19,4 |

²⁾ MOZGOVA et al. 1969.

³⁾ GRAY et MILLMAN, 1962.

Les investigations ont été faites avec 2 diamètres de sonde ($10\ \mu$ et $1\ \mu$). On a utilisé L_{α} , pour le Pb, K_{α} , pour le S et $L_{\alpha 1/3}$ pour Sb.

a) Sonde de $10\ \mu$ ($20\ \text{kV} \cdot 80\ \text{nA}$). Une recherche des différents éléments ne révèle que S, Sb, Pb. Les autres éléments (Fe, Cu, Bi, Ag, As, Hg, Co, Se, Te), composants éventuels des sulfosels sont absents ou en pourcentages pondéraux inférieurs à $0,05\%$. Des profils montrent l'homogénéité des plages sur plusieurs dizaines de μ . Les comptages donnent alors:

| | plage 1 | plage 2 | composition théorique de la boulangérite |
|----------|---------|---------|--|
| Sb % | 26,0 | 25,9 | 25,7 |
| Pb % | 55,2 | 55,6 | 55,4 |
| S % | 18,9 | 18,9 | 18,9 |
| Σ | 100,1% | 100,4% | 100,0% |

C'est donc chimiquement une boulangérite qui a été analysée.

b) Sonde de $1\ \mu$ ($20\ \text{kV} \cdot 10\ \text{nA}$). La présence d'inclusions de galène nous ayant fait craindre des inhomogénéités à l'échelle de quelques μ , le diamètre de la sonde a été réduit à $1\ \mu$. Le matériel est homogène et un balayage pour Sb ne révèle pas de „trous“ sur des distances de plus de $50\ \mu$, en dehors des inclusions de galène d'environ $15\ \mu$ (Fig. 3 et 4).

Les comptages donnent (pour Sb et Pb):

| | plage 1 | composition théorique de la boulangérite |
|------|---------|--|
| Sb % | 25,9 | 25,7 |
| Pb % | 55,7 | 55,4 |

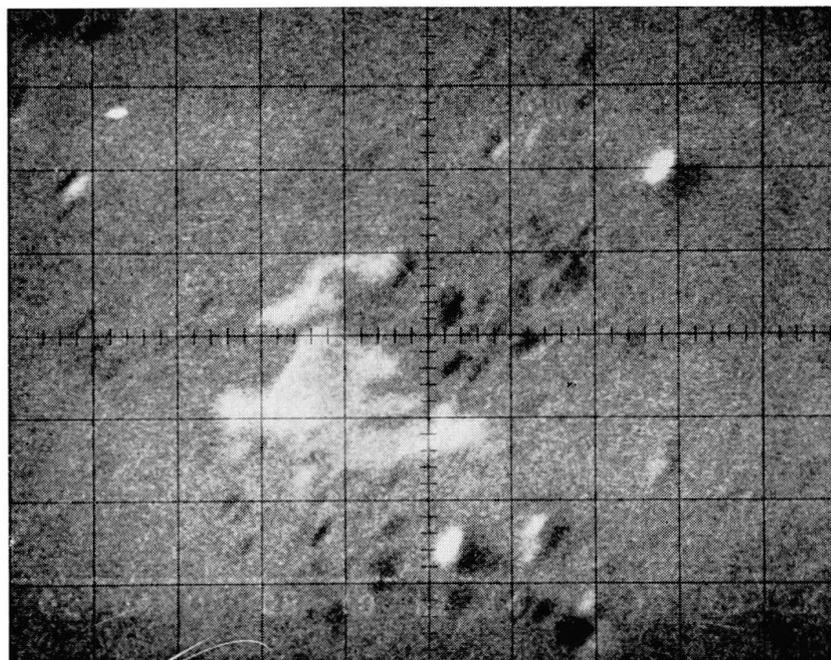


Fig. 3. Inclusion de galène dans une plage du minéral étudié (électrons secondaires). $\times 2000$.
1 cm = $5\ \mu$.

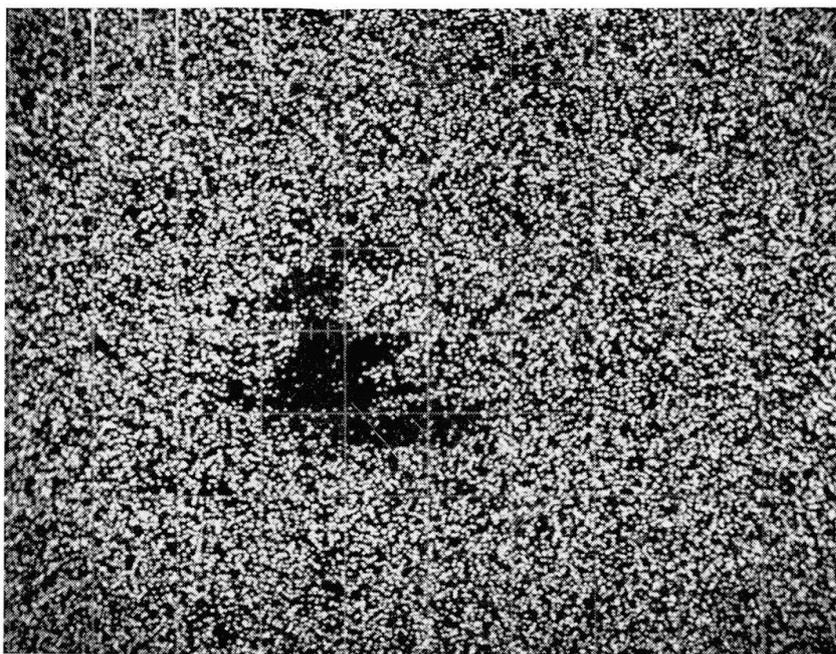


Fig. 4. Même champ et même plage que dans Fig. 3. Balayage pour Sb. On constate, en dehors du „trou“ dû à la galène, l'homogénéité de la plage. $\times 2000$. $1 \text{ cm} = 5 \mu$.

Tableau 2. *Diffractogramme 1201. Cu/Ni. Lausanne. Comparaison du spectre obtenu avec ceux de la semseyite ASTM 7-379 et de la galène ASTM 5-0592*

| Matériel étudié | | semseyite | | galène |
|-----------------|-------|-----------|-------|--------|
| dA. | I. | dA. | I. | dA. |
| 6,53 | | 6,61 | | |
| 5,41 | | 5,47 | | |
| 4,54 | | 4,57 | | |
| 4,23 | | 4,23 | | |
| 3,88 | (60) | — | | |
| 3,834 | (100) | 3,85 | (50) | |
| 3,725 | | 3,75 | | |
| 3,572 | | 3,59 | (20) | |
| 3,429 | | — | | 3,429 |
| 3,373 | | 3,38 | (80) | |
| 3,287 | (80) | 3,27 | (100) | |
| 3,035 | | — | | |
| 2,969 | | 2,98 | (90) | 2,969 |
| 2,864 | (60) | 2,87 | (40) | |
| 2,774 | | 2,78 | | |
| 2,736 | | — | | |
| 2,702 | | 2,71 | (40) | |
| 2,454 | (40) | 2,49 | | |
| 2,255 | | 2,25 | | |
| 2,233 | | — | | |
| 2,166 | (40) | 2,16 | | |
| 2,099 | | 2,11 | | 2,099 |
| 2,069 | | 2,06 | | |
| 2,051 | | 2,01 | | |
| 2,006 | | 1,98 | | |
| 1,893 | | ect. | | |
| 1,790 | | | | 1,790 |
| 1,769 | | | | |
| 1,692 | | | | |

V. DIFFRACTION DES RAYONS X

Des films avec les caméras de Debye-Scherrer et de Guinier ont été obtenus tant avec K_{α} du Cu avec un filtre de Ni, qu'avec K_{α} du Fe avec un filtre de Mn. Chaque fois, même avec un monochromateur à cristal, la hauteur du fond continu empêchait toute mesure précise. Possédant assez de matériel en grandes plages, nous avons effectué des diffractogrammes avec CaF_2 comme standard interne. La présence malheureuse des inclusions de galène a compliqué la lecture des enregistrements (Tableau 2).

L'étude aux rayons X montre un spectre relativement „proche“ de celui de la semseyite de Kisbanya (Roumanie), ASTM 7-379. Cependant nous notons la présence de distances réticulaires en sus (3,88; 2,736; 2,233). Par contre celle à 2,98 semble être absente. Notons enfin que si 4,23 semble être une valeur commune, 3,834 nous semble éloignée de 3,85. Le spectre de la boulangérite ASTM 18-688 est complètement absent.

VI. DISCUSSION

Le minéral que nous avons étudié possède la composition chimique, le faciès, les propriétés optiques et physiques de la boulangérite. L'étude aux rayons X montre une structure qui n'est pas entièrement celle de la semseyite ASTM 7-379, pas du tout celle de la boulangérite ASTM 18-688. Nous abordons sans doute ici le problème de la définition de ces deux minéraux. N'ayant pas la possibilité de procéder à des études de structure, nous nous limiterons à rappeler que la boulangérite a été définie sur un échantillon provenant de Molières (Le Vigan, France), et que l'échantillon est perdu et le gisement épuisé! (BERNARD, 1961).

VII. CONCLUSION

Dans la mesure où c'est la composition chimique qui prime, nous pensons pouvoir appeler le minéral étudié „boulangérite“. Il nous semble possible alors que notre matériel soit la boulangérite originelle. La prochaine étape de notre examen devrait être une étude structure, en utilisant les paramètres que nous possédons.

Remerciements. Je remercie M. le prof. R. Galopin qui m'a reçu, conseillé et m'a permis d'utiliser le photomultiplicateur et le „micro-hardness-tester“ de son laboratoire à Genève, M. G. Burri pour son travail à la microsonde, le Dr. Hofmann pour les analyses qu'il a effectuées, et enfin M. le prof. S. Ayrton qui a bien voulu lire et corriger mon manuscrit.

VIII. BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

(L'ensemble des références est contenu dans les bibliographies des ouvrages indiqués ci-dessous)

- BERNARD, A. (1961): Contribution à l'étude de la province métallifère sous-cévenole. Ann. ENSGA. Nancy.
- GRAY, I. M. et MILLMAN, A. P. (1962): Reflecting characteristics of ore minerals. Econ. Geol. 57, 325-349.
- MOZGOVA, N. et al. (1969): On the diagnostics of lead sulphantimonides. Trans. Inst. Min. Met. Moscou. 78, 57-64.
- NOWACKI, W. (1969): Zur Klassifikation und Kristalchemie der Sulfosalze. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 49, 109-156.
- RAMDOHR, P. (1969): The ore minerals and their intergrowths. Int. Ser. Mon. Earth Sciences.

Manuscrit reçu le 22 janvier 1971.