

NOTICE

SUR

UNE PYRITE STANNIFÈRE

(BALLESTÉROSITE)

ET SUR

QUELQUES GISEMENTS D'ÉTAIN

EN ESPAGNE,

PAR

MM. Guillaume SCHULZ, inspecteur général, et **Adrien PAILLETTE**,
ingénieur des mines.



PARIS.

IMPRIMERIE DE L. MARTINET.

RUE MIGNON, 2.

—
1850.

A. 1881197857

NOTICE

UNE PARTIE STANNIFÈRE

(BANKSIA)

QUELQUES ÉLÉMENTS D'ÉTAIN

EN ESPAGNE

EXTRAIT DU BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,
2^e série, t. VII, pages 16 et 74, séances des 19 novembre et 17 décembre 1849.



PARIS

IMPRIMERIE DE LA MARTINIÈRE

1849

1849

NOTICE

SUR

UNE PYRITE STANNIFÈRE

(**BALLESTÉROSITE**)

ET SUR

QUELQUES GISEMENTS D'ÉTAIN

EN ESPAGNE.

Asturies, septembre 1849.

Introduction. — Parmi les pays qui jusqu'à présent ont fourni à la science le plus de minéraux et surtout de minerais d'étain, on ne voit figurer que fort rarement la péninsule Ibérique..., et pourtant elle est célèbre à plus d'un titre.

Si l'on jette, en effet, un coup d'œil sur les auteurs anciens, on ne tarde pas à reconnaître que l'étain était employé dès la plus haute antiquité, et que l'un des plus grands commerces des Phéniciens fut la vente de ce métal, qu'ils achetaient dans les pays situés au delà des colonnes d'Hercule et de la colonie de Tartessus (1).

Plus tard, nous voyons Posidonius et Pline (2) parler clairement, sous les noms de *cassiteron* et de *plumbum album*, de l'étain qu'on exploitait du côté de la Lusitanie, chez les Artabres et les Galiciens, ainsi que sur d'autres points qu'ils indiquent toujours comme situés au nord de la Lusitanie ou Portugal.

Les auteurs que nous citons disent que l'étain n'était pas seulement trouvé à la surface de la terre, mais bien exploité par excavations et fondu ainsi qu'on le fait pour l'or et l'argent. Pline parle encore des sables stannifères de couleur noire qui sont lavés et fondus ensuite dans des fourneaux destinés à cet usage

(1) *Sur l'étain des îles Cassitérides.* — Diodore, livre 5, chap. 25; et Moïse, Nombres xxxi, 22.

Monnaies phéniciennes. — Statue en bronze de l'île Corvo (Açores).

(2) *Posid. apud Strab.*, 111, p. 147. *Plin.*, l. 34, cap. 47.

Comme on le voit, tout ceci s'applique bien aux minerais de la province de Zamora, de Galice et des Asturies. Mais, ce que les relations anciennes offrent selon nous de plus remarquable, c'est le passage de Pline, cap. 47, passage qui l'a fait souvent accuser d'inexactitude dans ses récits « *Invenitur et in aurariis metallis quæ alutia vocant...* », passage qui tendrait à prouver que Pline a voulu parler des mines d'étain d'Ablaneda, situées à côté des immenses exploitations et lavoirs d'or des environs de Salas (1), dont nous parlerons, ainsi que de plusieurs mines d'or des Asturies, dans un mémoire que nous préparons depuis longtemps. Nous ne connaissons, en effet, aucune exploitation d'étain et d'or dans le même gisement.

Ces mines d'étain de l'antiquité dans les Asturies sont très curieuses. L'une, celle de Salabe, probablement chez les anciens Artabros, située sur le bord de la mer, à l'est de Ribadeo, se présentait sous les rapports les plus favorables pour un peuple navigateur et hardi comme la nation phénicienne, et l'autre, non loin des rives du fleuve (le Nalon Nœlus), où existait, selon les tables de Ptolémée, la fameuse Argentolea, n'offrait pas des conditions moins avantageuses de transport et d'exploitation. Nous n'avons pas la prétention de formuler dans la présente notice une monographie complète de ces mines anciennes, notre intention étant de fournir seulement une légère idée des terrains stannifères de la Galice et des Asturies, et en même temps de faire connaître plus spécialement celui qui a fourni la pyrite stannifère. Nous dirons pourtant quelques mots des vieilles exploitations, afin de pouvoir donner à comprendre les résultats du traitement de la ballestérosite et les passages obscurs des auteurs anciens (Pline entre autres) sur le *plumbum album, candidum*, et sur le *stannum*, divisé en trois classes bien distinctes par le même auteur.

Roches des gisements stannifères — A. Galice. — Les gisements d'étain dans la Galice sont distribués dans trois régions, ainsi que l'a indiqué l'un de nous dans sa description géologique de ce pays. — L'un de ces districts est celui de Penouta et Ramilo dans la partie orientale de la province d'Orense, où l'on rencontre l'étain oxydé en petites masses ou en petits filons, soit dans le granite en partie décomposé, soit dans un schiste micacé contigu à ce même granite. La découverte de ce minéral date

(1) M. Adolphe Desoignies a remis à l'un de nous un échantillon de quartz contenant une émeraude blanche et de l'étain oxydé. — Il avait été trouvé dans les terres labourées de Soto de los Infantes.

de la fin du dernier siècle, mais son exploitation n'a jamais eu une véritable valeur. Elle occupe accidentellement quelques paysans, ainsi que cela avait lieu dès l'origine de la découverte, et se continue de nos jours dans la province limitrophe de Zamora. — Le deuxième de ces districts embrasse le pays de Verin et Monterey, au sud d'Orense, près des frontières du Portugal. Dans cette région, on trouvait l'étain oxydé dans les fentes du granite qui se montre au village de Arcucelos, ou bien en filons très étroits courant au milieu des schistes micacés amphibolifères de Villar de Cuervos. D'immenses travaux de recherches, pratiqués au compte du gouvernement espagnol durant les premières années de ce siècle, ont fourni de l'étain de qualité supérieure, mais pas en assez grande quantité pour que l'État en continuât l'exploitation. Diverses circonstances locales, qu'il est inutile de rapporter ici, ont été cause que ce gisement n'a pas été l'objet d'entreprises particulières ultérieures. — La troisième et principale région stannifère de la Galice existe dans les montagnes de Montes et de Avion, à la limite des provinces d'Orense et de Pontevedra. La découverte date de 1830, et elle va en augmentant peu à peu d'importance, puisque actuellement on y connaît plus de trente filons, sur un espace de trois lieues carrées. — Quelques uns d'entre eux sont d'une grande régularité et d'une certaine richesse, fournissant l'étain oxydé massif en veines qui ont de 1 à 20 centimètres de puissance, et qui sont accompagnées de mica jaunâtre, de quartz blanc. Ces filons coupent le schiste micacé amphibolique, non loin du contact avec le granite. Leur exploitation, bien que n'ayant pas été suspendue depuis l'origine de la découverte, n'a cependant pas pris tout l'essor qu'elle méritait, par suite du manque de chemins, de l'isolement de cette contrée, et surtout en raison du bas prix de l'étain anglais en Espagne. Dans ce district stannifère, on trouve abondamment de beaux échantillons de tungstate de chaux, de wolfram, de blende, et parfois aussi d'émeraudes blanches.

B. *Les Asturies.* — On n'exploite pas aujourd'hui de mine d'étain dans les Asturies; mais nous connaissons deux endroits où, selon les apparences, il y eut dans l'antiquité la plus reculée des exploitations montées sur une vaste échelle. Nous ne nous hasarderons pourtant pas à dire sous quelle forme se présentait le minerai et quelle était sa qualité.

L'ancienne exploitation de Salabe sur la côte de la mer cantabrique, à une lieue et demie à l'E. de Ribadeo, fut ouverte, selon toutes les probabilités, sur un gisement d'étain situé au centre de

*

roches plutoniques (granite, porphyre, syénite, amphibolite) qui se trouve, pour ainsi dire, isolé au milieu de cette vaste extension de schistes argileux ardoisiers et de grauwackes du système que MM. Sedgwick et Murchison nommèrent, il y a longues années, cambrien. L'attaque du gîte, qui a lieu à ciel ouvert, descend, à notre connaissance, à plus de 20 mètres, et l'espace exploité, de forme très irrégulière, dénote pourtant un cubage de plus de 4 millions de mètres cubes, sans qu'il reste pour cela en quelque endroit un atome de gangue ou de filon qui n'ait pas été utilisé.

Trois galeries d'écoulement percées à différents niveaux ont servi successivement à la sortie des eaux qui pouvaient incommoder le champ d'exploitation. La plus profonde est au niveau même de notre Océan actuel qui la baigne, et dont les flots, si impétueux dans la saison d'hiver, ont garni l'entrée principale de galets et de cailloux roulés.

Un canal ou aqueduc (*acequia*) amenait, après les milliers de détours qu'exigeait un parcours de trois lieues de longueur, les eaux que pouvait nécessiter cette vaste exploitation.

Le minerai se brisait à la main et passait ensuite au moulin à bras (*rota trusatilis*) sur des blocs de quartz, ainsi que le prouvent ceux qu'on a trouvés et qui attestent un long usage dans ce service.

Les fourneaux qui servaient à fondre le minerai étaient *petits, nombreux*, et tous renfermés dans une *double enceinte* de fossés formant une fortification (différente des *castra*), à peu de distance de la mine même. Les poids dont se servaient les anciens ouvriers pour mesurer ou vendre le fruit de leurs labeurs étaient de pierre et pourtant d'une aussi grande exactitude que ceux de bronze. Une forte couche de tourbe couvre malheureusement le fond visible de cette étonnante excavation. Malgré tout, on peut dire sans crainte que le fond véritable est au-dessous du niveau de la mer, qui forme une sorte de lac de nous ne savons combien de mètres de profondeur.

Les seuls minéraux qu'on rencontre sur les parois de ce gouffre sont du sulfure de molybdène et de la pyrite en assez grande abondance, il est vrai, mais toujours engagés dans le granite porphyrique ou le porphyre.

Nous ne saurions dire si l'on a exploité dans ces lieux l'étain oxydé pur ou un autre minerai de ce métal.

La vieille exploitation d'Ablaneda, située à une lieue S. de Salas et à sept lieues à l'O. d'Oviedo, n'est pas moins étonnante que celle de Salabe. Peut-être même fut-elle prise sur une échelle plus in-

croyable. — Comme elle est située sur le penchant d'une montagne, elle présente cette circonstance remarquable de trois aqueducs (*acequias*) à des niveaux différents, aqueducs qui servirent dans les temps anciens à amener, par des moyens soigneusement exécutés, des eaux courantes sur le siège d'exploitation.

Le premier ou le plus bas de ces aqueducs a tout au plus une demi-lieue de longueur. Le troisième, sans doute le plus moderne, à 30 mètres au-dessus du second, par conséquent à une cinquantaine de mètres au-dessus du premier, ne laisse pas que d'avoir près de deux lieues de parcours. Tous trois sont admirablement tracés et souvent taillés dans un quartzite très dur.

Ces trois canaux ou aqueducs prouvent jusqu'à l'évidence que les anciens exploitants avaient besoin d'eau courante sur les lieux où ils abattaient et travaillaient le minéral, et qu'il ne leur suffisait pas d'avoir l'eau au pied de l'endroit d'où ils extrayaient la mine.

Ces mêmes besoins ou nécessités peuvent avoir été remplis à Salade avec un seul aqueduc, par cette raison toute simple que le pays est plat, et que l'exploitation, s'étendant dans le sens horizontal, augmentait en profondeur. C'est, par conséquent, le contraire de ce qui a dû exister à Ablaneda, où les travaux ouverts au pied d'une montagne ont pris de l'accroissement en hauteur.

La contrée d'Ablaneda est dans le terrain dévonien plus ou moins modifié, et tout près de la limite orientale du terrain silurien. Au centre du groupe dévonien s'est fait jour une série compliquée de roches plutoniques, telles que granites, diorites et amphibolites. Les roches métamorphiques circonvoisines sont des quartzites ou grès transformés en lydienne noirâtre et du calcaire dévonien amené à l'état de marbre blanc saccharoïde. Ce calcaire a été également l'objet d'une exploitation ancienne.

Les travaux des mineurs de l'antiquité n'attaquaient pas le granite commun : *Ils suivaient seulement ses points de contact avec le terrain dévonien caractérisé par une roche grauwachiforme fissurée et bouleversée.* Ici, comme à Salabe, le point le plus profond des excavations paraît recouvert d'une espèce de couche de tourbe résultant des matières herbacées qui se sont accumulées dans une sorte de lagune.

A une très petite distance, au S. de ces incroyables travaux, existe un filon de pyrite arsenicale avec pyrite cuivreuse courant dans une diorite qui recouvre le granite. Parmi les éléments de ce filon, véritable gîte de contact, on rencontre des cristaux de grenat, d'amphibole, de feldspath, et de quelques autres minéraux dont il sera parlé plus tard.

L'échantillon d'étain oxydé, rencontré par M. Desoignies dans les terres labourées de Soto de los Infantes, pourrait provenir du filon de contact que nous venons de citer, et qui est connu sous le nom de *mine de Carlès*, ou bien même des anciennes excavations d'Ablaneda, par la raison toute simple que ces deux gisements sont fort voisins du village de Soto. Au surplus, nous ne saurions assurer quel fut le véritable minerai exploité par les anciens à Ablaneda, quoique nos convictions assises sur de nombreuses données géologiques et minéralogiques nous portent à croire que ce minerai a été principalement de l'étain.

Gisement de la pyrite stannifère, ou ballestérosite. — Le récit abrégé que nous venons de faire des anciennes mines des Asturies, où nous supposons, avec de fortes probabilités, qu'on a exploité de l'étain, a pour but principal de démontrer que la découverte de la ballestérosite est complètement indépendante de ces données, et surtout que le nouveau minéral se présente dans des circonstances originales et tout à fait inattendues.

La pyrite stannifère se rencontre au milieu des schistes argileux communs des environs de Ribadeo et de Mondoñedo, schistes indiqués dans la carte géologique qu'a tracée l'un de nous, schistes de couleur verdâtre et employés fréquemment comme schistes tégu-laires. C'est au milieu d'eux, à deux lieues au S. de Ribadeo, dans les montagnes de Vidal et Trabada, qu'a été rencontrée la ballestérosite, sans qu'il existe dans les environs des bancs, ceintures ou zones de roches plutoniques, sans qu'on puisse, jusqu'à ce jour, se former une idée nette du gisement, et sans qu'il soit possible non plus d'asseoir une seule conjecture géologique sur la présence régulière ou l'origine de ce minéral. Nous dirons en peu de mots que les schistes argileux de Vidal et Trabada renferment de la pyrite stannifère de la même manière que d'autres schistes fournissent de la pyrite pure ou de la pyrite cuivreuse. Presque jamais on ne trouve les petits cristaux de pyrite stannifère isolés ou implantés dans le schiste argileux. Jamais non plus ils ne forment des groupes ou des noyaux comme la pyrite commune. On les rencontre plus généralement mélangés avec la pyrite ordinaire, avec du quartz formant des feuilletts, dont la grosseur varie de $1/10^e$ de millimètre à 2 ou 3 millimètres, plus ou moins abondants au milieu des plans schisteux de la roche. Il y a aussi des veinules pyriteuses perpendiculaires à la direction des strates.

Nous ne saurions toutefois assurer dès aujourd'hui que cet ensemble minéral se prêtera à une exploitation industrielle. Tous ces faits et les essais surtout demandent à être vérifiés avant qu'on

décide du mérite de cette découverte, qui pourrait bien n'être qu'un *accident tout local*, ainsi que nous l'avons déjà vu pour l'argent natif de la pyrite de Curcy. (*Annales des mines*, t. II, 1825.)

Découverte du minéral. — Quoi qu'il en soit, nous dirons quelques mots de la découverte de cette pyrite qui avait toujours été considérée comme de la pyrite ordinaire.

Un forgeron de village, croyant pouvoir extraire de l'or des schistes pyriteux dont nous avons parlé, fit beaucoup d'essais dans des creusets placés au milieu du foyer de sa forge. Il remarqua que les pyrites de certains bancs lui donnaient des grains de métal blanc malléable, et il poursuivit ses recherches croyant que le métal blanc était de l'argent. Continuant ses essais dans la forge et sans creuset, il observa qu'il obtenait plus de métal avec du charbon de bois tendre et peu de vent. Ce fut alors qu'il consulta notre ami don Balbino de Torres de Ribadeo, négociant distingué et exploitant de mines, qui lui montra que le métal blanc, au lieu d'être de l'argent, était un étain impur.

Finalement l'inventeur apprit à extraire le susdit métal en mettant chauffer des morceaux d'ardoise stannifère au milieu de charbons de bois tendre et de bois à moitié pourri. Il s'est encore servi, pour moyen métallurgique, de fosses analogues à celles où l'on fabrique, en Galice, le charbon de bois. Son procédé consiste donc à chauffer les schistes durant un temps assez long au milieu du feu, à saisir les fragments avec des tenailles et à les secouer sur le sol. Il s'en échappe alors de nombreux grains d'étain impur qui, réunis et refondus dans une cuillère de fer, servent à mouler une petite barre de ce métal.

Recherches sur la pyrite stannifère, ou ballestérosite. — Le minéral qui fait l'objet des présentes études se trouve disposé dans les plans et fissures du schiste commun, absolument comme la pyrite de fer avec laquelle il se trouve mélangé.

Sa couleur paraît plus éclatante que celle de la pyrite ordinaire, variant du jaune-bronze à un beau jaune-laiton, mais fort facile néanmoins à confondre avec celle de la pyrite ordinaire, tant est grande la ressemblance.

La densité des parties qui nous ont paru les plus pures varie notablement. Elle a toujours été supérieure à celle de la pyrite jaune-bronze, par conséquent a dépassé 4,60. Nous avons trouvé 4,75 et 4,80, et une fois 4,90, sans nous expliquer cette notable différence. Les grains, examinés à une très forte loupe, contenaient quelques particules noirâtres, que nous n'avons pu séparer. La

dureté nous a paru celle de la pyrite de fer, mais la matière est plus facile à broyer.

La forme dominante de la ballestérosite est le cube, comme celle des pyrites avec lesquelles elle se trouve confondue. Au chalumeau, quelques grains donnent uniquement les réactions de la pyrite ordinaire, et d'autres, au contraire, après la fusion, donnent une poussière blanche. Dans un essai ou deux nous avons obtenu, par le grillage du minéral et sa fusion avec addition de borax mélangé de soude, un grain métallique blanchâtre semi-malléable.

L'analyse des premiers échantillons a fourni du soufre, du fer, du zinc et de l'étain. Plus tard, M. Dufrenoy, ayant fait observer à l'un de nous la prédominance de la pyrite de fer, nous avons pu voir la difficulté d'opérer, et nous avons reconnu que souvent le fer dominait, que le zinc diminuait, ce qui est facile à expliquer pour des corps isomères, et, ce qui est plus fâcheux pour les espérances à venir, que l'étain diminuait jusqu'à disparaître ou à ne laisser que des traces.

Malgré tout, on ne pourra disconvenir que la pyrite stannifère des environs de Ribadeo ne soit un objet fort curieux, surtout lorsqu'on pourra se procurer des échantillons moins énigmatiques que ceux qui nous ont été remis.

C'est pour cela que nous la nommons *ballestérosite*, en l'honneur de M. Lopez Ballesteros, fondateur illustre et véritable protecteur de la loi des mines de 1825, à laquelle est due la renaissance et l'immense développement de l'art des mines en Espagne,

Usages. — Par de nouvelles études, don Balbino de Torres croit pouvoir assurer qu'il y aura moyen de tirer parti de la plus ou moins grande abondance de la ballestérosite dans les schistes de Ribadeo. Toujours est-il que les essais du forgeron ont produit un alliage ayant la couleur et l'apparence extérieure de l'étain, mais ne présentant pourtant pas le cri caractéristique de ce métal. Il ressemble plutôt, on peut le dire, à une soudure de plombier surchargée d'étain. Le métal provenant des essais a dénoté :

Soufre.	traces
Étain.	80,000
Zinc.	traces
Antimoine.	traces
Plomb argentifère. .	49,750
Total.	<hr/> 99,750

composition fort originale et qui laisse beaucoup à penser.

Considérations générales. — La découverte de la ballestérosite, si elle est réelle, vient poser un anneau de plus dans cette chaîne des polysulfures de composition si bizarre et si variée que présente la nature.

Au point de vue historique, la ballestérosite peut expliquer des passages de Pline que personne n'avait jamais compris, et qui, depuis Savot (1) jusqu'à nos jours, ont été plus ou moins torturés par les commentateurs (en faisant leur désespoir) ou même par des savants habitués à juger avec trop de rapidité.

Elle peut enfin expliquer, pour la numismatique, (si le métal analysé est bien un résultat naturel), une série de questions de haut intérêt. Il est en effet évident que si les anciens ont connu un minerai capable de donner par des soins ou accidentellement

Étain.	80	}	100
Plomb et métaux.	20		

composition identique avec celle de plusieurs médailles, le métal, mélangé avec le cuivre et de la tuthie, a pu procurer les compositions bizarres comme celle, par exemple, que M. Paillette a rencontrée dans des monnaies et un culot déterrés au milieu des mines d'un *castrum* à Bigana concejo de Belmonte.

Celui-ci a fourni à l'analyse :

Plomb.	36,0072
Zinc.	26,0460
Étain.	3,3804
Cuivre.	31,8848
	Total. 97,3184

plus une certaine quantité d'argent.

On découvre encore souvent dans le concejo de Santa Eulalia de Oscos et dans celui de Pesos (ancien Pesicos) des monnaies de métal blanc plus ou moins dur dont nous examinerons plus tard la composition.

Lors de ma rentrée dans les Asturies (décembre 1849), on m'a communiqué un mémoire de l'ingénieur Don Augustin Martinez de Alcibar, au sujet des produits de la localité de Trabada.

Il résulte des essais qu'il a faits que le métal obtenu par le pro-

(1) Savot, *Médailles antiques*. Paris, 1627.

cédé que nous avons décrit, et recueilli par lui sur les lieux, avait une densité $D = 9,80$ et qu'il fondait à 176 degrés.

Cet ingénieur croit que le métal obtenu par l'espèce de déliquation qu'on force les schistes à subir, qui est celui qu'il a vu fabriquer et dont il a pris la densité, contient 3 parties de plomb et 1 d'étain, résultat bien différent de celui trouvé par nous et par M. Pelouze.

Don Augustin Martinez de Alcibar paraît craindre aussi que le minéral nouveau ne soit pas de composition constante ; c'est ce que nous avons prévu. Je pense néanmoins que la pyrite est stannifère. Si cela est démontré par les nouvelles expériences qu'on pourra pratiquer, une fois les travaux de recherches plus développés, la *Ballestéosite* serait ou se rapprocherait d'un stannosulfure de plomb. L'avenir le dira.

Voy. *Posidonius apud Strabon. ἐξανθειν φασιν*,... etc., t. III, p. 147 : « On dit que la terre fournit des efflorescences d'étain, parce que, » comme dit Pline, XXXVI, 16, *l'étain nascitur cum argento.* »

Diodore, t. V, p. 218 : *γενεται δὲ καὶ κασσίτερος*... etc. : « On rencontre » l'étain en plusieurs endroits de l'Hibérie, mais on ne le trouve » pas à la surface de la terre, ainsi que le déclarent divers auteurs. » On l'exploite dans des filons rapprochés de ceux d'or et d'argent, » et on le traite comme ces métaux. »

« Car au-dessus de la province de Lusitanie il existe beaucoup » de mines d'étain. » (Caryophyllas.)

Dans toutes les éditions d'Agricola on trouve une description du petit fourneau à manche à soufflets cylindriques, qui servait aux Lusitaniens pour fondre le minerai d'étain.