



HAL
open science

L'apport de l'archéologie minière aux études de provenance des métaux

Sandrine Baron, Călin Gabriel Tămaș

► **To cite this version:**

Sandrine Baron, Călin Gabriel Tămaș. L'apport de l'archéologie minière aux études de provenance des métaux. Emmanuelle Meunier; Jean-Marc Fabre; Eneko Hiriart; Stéphane Mauné; Călin Gabriel Tămaș. Mines et métallurgies anciennes. Mélanges en l'honneur de Béatrice Cauuet, Ausonius Éditions, Ausonius Éditions, pp.275-284, 2023, 978-2-35613-537-7. 10.46608/dana9.9782356135377.31 . hal-04264658

HAL Id: hal-04264658

<https://hal.science/hal-04264658>

Submitted on 21 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License



Mines et métallurgies anciennes
Mélanges en l'honneur
de Béatrice Cauuet

textes réunis par
E. Meunier, J.-M. Fabre, E. Hiriart, S. Mauné, C. Tămaș

dan@

SOMMAIRE

Une carrière scientifique en or	
Emmanuelle Meunier, Jean-Marc Fabre, Eneko Hiriart, Stéphane Mauné, Călin Gabriel Tămaş.....	7
Présentation de l'ouvrage	
Emmanuelle Meunier, Jean-Marc Fabre, Eneko Hiriart, Stéphane Mauné, Călin Gabriel Tămaş.....	9
Bibliographie de Béatrice Cauuet	11
Ressources en ligne	17

DU NÉOLITHIQUE À L'ÂGE DU BRONZE

La mine de cuivre du Causiat : les indices d'une activité minière au III^e mill. a.C. dans les Pyrénées occidentales (Pyrénées-Atlantiques)	
Argitxu Beyrie, Éric Kammenthaler	23
Ancient Mining Tools from Cyprus	
Vasiliki Kassianidou.....	29
A New Mineral Age: From Economic Strategies to Societal Impacts of Early Metal Ages' Mining and Raw Material Procurement	
Thomas Stöllner.....	43
La producción de cobre como motor de cambio en las formaciones sociales prehistóricas del II milenio a.C. en Sierra Morena Oriental	
Francisco Contreras Cortes, Auxilio Moreno Onorato, Luis Arboledas Martínez.....	55
Un témoin de l'activité minière à l'âge du Bronze dans les Pyrénées centrales : la mine de cuivre de Saint-Lary (Ariège)	
Jean-Marc Fabre, Margot Munoz, Emmanuelle Meunier	65
Production de cuivre en Europe à l'âge du Bronze : première estimation à large échelle	
Céline Tomczyk, Patrice Brun, Christophe Petit	71

L'ÂGE DU FER

Où fabriquait-on le fer pour les forges des Princes Bituriges (VI^e-V^e s. a.C.) ?

Émilie Caillaud-Depose, Anne Filippini, Nadine Dieudonné-Glad 85

Les boucles d'or en croissant du Second âge du Fer d'Ensérune (Hérault)

Barbara Armbruster, Maryse Blet-Lemarquand, Pierre-Yves Milcent, Marilou Nordez 97

Facies métalliques des émissions monétaires gauloises de l'âge du Fer

Katherine Gruel, Eneko Hiriart 109

Mines et métallurgies à l'âge du Fer sur le Massif armoricain

Cécile Le Carlier de Veslud 119

Modalités de mise en œuvre des techniques de creusement et chronologie des exploitations : l'exemple des mines de cuivre argentifère du Massif de l'Arize (Ariège)

Emmanuelle Meunier 127

Qu'on me donne un point d'appui et j'ébranlerai la Terre. À la recherche des savants celtes oubliés

Sophie Krausz 135

Tarpeia ou le goût de l'or

Sandra Péré-Noguès 145

L'ANTIQUITÉ

Paisajes del oro en la Hispania romana: retrospectivas y perspectivas

F. Javier Sánchez-Palencia, Almudena Orejas, Brais X. Currás, Inés Sastre, Damián Romero, Juan Luis Pecharrmán, Yolanda Álvarez, Luis López, Óscar García-Vuelta 153

Control y explotación de las minas de la vertiente norte de Sierra Nevada en época ibero-romana: el marquesado del Zenete

Luis Arboledas Martínez, Eva Alarcón García, José Abellán Santisteban, José Antonio García Solano, Juan José López Martínez, Francisco Contreras Cortés 163

La antigua mina de oro del Hoyo de la Campana (Granada, España) a partir de la documentación de 1888-1889 del ingeniero francés Edmond Guillemin-Tarayre

Luis José García-Pulido 177

Minería hidráulica romana en Los Ancares (León-España)

Roberto Matías Rodríguez 187

El oro de los Ceretanos (Pirineo Oriental). Datos para una primera evaluación

Jordi Morera, Oriol Olesti, Joan Oller, Manel Viladevall 195

La lucerna de Helios de la mina romana de Altamira 3 (Irun, Gipuzkoa)	
Mertxe Urteaga	203
Provenance du plomb utilisé au I^{er} s. a.C. sur un site du détroit de Gibraltar (La Silla del Papa, Tarifa, Cadix)	
Sandrine Baron, Pierre Moret	211
Appellation d'Origine Protégée ? À propos de l'indication d'origine géographique sur des lingots de métal romains	
Christian Rico	217
Des mines, des vignes et des pâturages Économie et exploitation des milieux en Narbonnaise centrale pendant le Haut-Empire	
Stéphane Mauné, Noël Houllès, Quentin Desbonnets, Jordan Latournerie	221
Une fibule polymétallique “à queue de paon” du site du Puech de la Vernhe (La Bastide-L'Evêque, Aveyron, France)	
Barbara Armbruster, Luc Robbiola, Jean-Gabriel Morasz.....	235
District minier stannifère d'Autun : nouvelles données issues de l'archéologie préventive	
Tristan Dessolin, Yannick Labaune.....	245
Production d'or et d'argent d'<i>Alburnus Maior</i> (Roşia Montană, Roumanie) à l'époque romaine : le cas de mines à ciel ouvert du massif de Cetate (<i>Curţile Romane</i>)	
Călin Gabriel Tămaş, Gabriel Balteş, Adrian Gligor.....	253
La production du plomb au Laurion durant l'époque classique	
Christophe Flament.....	261
Indices et traces... la mémoire des gestes. Pour une lecture indiciaire du milieu souterrain minier	
Denis Morin, Hélène Morin - Hamon	267
L'apport de l'archéologie minière aux études de provenance des métaux	
Sandrine Baron, Călin Gabriel Tămaş.....	275
Le rat de <i>Casilinum</i> et autres contes et mécomptes de l'or chez Pline l'Ancien	
Jean-Marie Paillet	285
Après cinquante ans de lingots de plomb, fin de partie ?	
Claude Domergue.....	291

MOYEN ÂGE ET ÉPOQUE MODERNE

Argent et métaux connexes en Méditerranée médiévale. Une recherche transdisciplinaire.

L'exemple de la France

Marie-Christine Bailly-Maître 299

L'utilisation du bois dans les mines médiévales et modernes du Lyonnais et du Beaujolais :

l'exemple de la mine de Cella à Joux (69)

Gérald Bonnamour avec la collaboration de Romain Bonnamour..... 303

La couronne d'Aragon et les mines d'argent (Montbolo, Falset et Iglesias, XIV^e-XV^e siècles)

Catherine Verna 311

L'atelier minéralurgique du carreau *Sainte-Barbe* à Sainte-Marie-aux-Mines :

une transition technique explicite au cœur du XV^e siècle

Joseph Gauthier 315

Les entrées de mine en escalier : une spécificité ibérique médiévale et moderne ?

Florian Téreygeol 321

Les concepts de la métallogénie au service de l'archéologie ?

Stanislas Sizaret, Călin Gabriel Tămaș 327

L'APPORT DE L'ARCHÉOLOGIE MINIÈRE AUX ÉTUDES DE PROVENANCE DES MÉTAUX

INTRODUCTION

Mener une recherche où les compétences en archéologie minière et métallurgique, en géologie et en géochimie sont réunies représente un réel atout pour les études de provenance. En effet, d'un côté, l'archéologie minière et métallurgique permet de restituer la dynamique d'exploitation au sein du district minier, d'identifier les anciens travaux, de dater l'exploitation et de placer l'étude dans son contexte historique et culturel. D'un autre côté, la géologie et la géochimie permettent de caractériser (par la minéralogie et la chimie) les phases de mise en place des minéralisations au sein du district minier. Cela s'effectue par l'identification :

- ▶ Des paragenèses minérales du minerai exploité par les Anciens, ou non ;
- ▶ Des minéraux spécifiques contenus dans le minerai exploité ;
- ▶ De la nature du métal qui a été produit à partir du minerai exploité via l'étude des scories.

Les analyses chimiques élémentaires et isotopiques des minerais et des scories (ou de semi-produits) permettent ensuite, respectivement, d'attribuer une signature fine à une production minière donnée et de comprendre le ou les procédés métallurgiques ayant conduit à la fabrication du métal.

Par conséquent, mener des études de provenance incluant des archéologues miniers permet d'accéder aux minerais réellement exploités par les Anciens, mais aussi de retrouver des produits issus de la chaîne opératoire, notamment ceux de la phase d'élaboration du métal, qui se déroulait au sein des districts miniers ou à proximité. Tous ces matériaux, que seule l'archéologie minière peut mettre en lumière, permettent, une fois que ces derniers ont été étudiés par la géologie et la géochimie, de donner une réelle plus-value aux signatures chimiques mesurées. Ces dernières seront ensuite utilisées pour de futures études de provenance. Cette approche,

réellement interdisciplinaire, est conduite sur des matériaux datés par l'archéologie minière et étudiés par la géologie. L'objectif vise, à terme, l'établissement de réels référentiels pour les études de provenance. En parallèle, la compréhension du contexte géologique, géochimique et géodynamique global du district minier exploité par les Anciens renforce l'interprétation archéologique des résultats dans le sens où cela permet de réduire la variabilité de la signature de la ou des sources potentielles¹.

Outre l'opportunité d'accéder aux minerais réellement exploités par les Anciens, la grande maîtrise et l'expertise du terrain de Béatrice ont permis d'identifier les types de traces qu'ils ont laissées parmi les différents travaux d'une activité minière, mais aussi de mettre en lumière toutes les autres activités en lien avec l'exploitation ancienne (grillage, concassage, tri minéralogique, arrivée d'eau, ateliers métallurgiques, habitat, etc.).

Au sein d'un district minier ou d'une mine, les mineurs réalisaient un choix de minerais à exploiter. Il s'agissait souvent des minerais les plus riches, et dont les veines étaient parfois visibles en surface à l'époque, ou bien des minerais dont la réduction était possible et/ou maîtrisée. Dans tous les cas, un gisement était exploité seulement partiellement. Ces choix pouvaient également dépendre des contraintes géologiques et/ou techniques. Ces dernières étaient liées au degré de connaissances des populations de l'époque ainsi qu'au contexte culturel. D'autre part, un ensemble de règles régissait les exploitations, dont l'administration a varié au fil du temps. Les droits d'exploitation pouvaient différer en fonction du statut des mines (publiques, privées, princières) et la taxation des productions devait également être prise en compte par les exploitants, sujet sur lequel les sources écrites peuvent nous renseigner. L'organisation des travaux pouvait aussi dépendre d'une mise en concession

¹ Baron *et al.* 2014.

des gisements. Les enjeux politiques et économiques ont également pesé dans les stratégies d'exploitation². La fouille archéologique permet de révéler une partie des choix des mineurs anciens grâce aux traces laissées par les techniques mises en œuvre pour l'extraction des minerais. La fouille permet également de restituer la dynamique d'exploitation et de dater l'activité³. En fin de compte, les choix réalisés en fonction des raisons évoquées ci-dessus ont un impact sur la composition minéralogique et la signature isotopique des minerais exploités. Ainsi, la connaissance de la nature géologique et de la signature chimique du minerai réellement utilisé aux périodes anciennes permet d'affiner sensiblement leur caractérisation. Le cas du Limousin, qui sera présenté ici, illustre très bien cet aspect⁴.

Un second aspect concerne la prise en compte des facteurs anthropiques tels que le choix de minerais au sein d'un district minier ou l'impact des ajouts durant la chaîne opératoire pour l'établissement de la signature d'une production minière et métallurgique. En effet, bien que la chaîne opératoire de l'or soit relativement théorique, il est tout de même admis qu'il est nécessaire d'ajouter des matériaux (tels que du plomb et/ou divers sels) au cours des opérations de métallurgie primaire pour récupérer les métaux précieux directement à partir de la gangue des minerais d'or.

Néanmoins, les matériaux issus de la chaîne opératoire de l'or, tels que des scories, des matériaux ajoutés et/ou des semi-produits, sont très rarement retrouvés lors des fouilles archéologiques. En effet, ils ont souvent été recyclés par les Anciens eux-mêmes. Par conséquent, nous ne disposons que de très rares mobiliers archéologiques qui témoignent de la métallurgie de l'or⁵. Il n'existe donc pas de donnée isotopique sur ces types de matériaux. Les retrouver serait très utile afin de réellement estimer l'impact de ces ajouts sur le traceur, mais aussi afin de comprendre la gestion locale des minerais dans une région donnée. Nous verrons, avec le cas d'étude de l'or en Dacie Romaine (Roumanie), que les travaux menés par Béatrice ont permis de mettre au jour un de ces matériaux rares de la chaîne opératoire de l'or, une litharge de coupellation (oxyde de plomb). Nous verrons également, dans le cadre de ce deuxième exemple archéologique, que cette dernière a bien servi d'ajout dans le cadre de la réduction des minerais d'or exploités par les Anciens en Dacie Romaine⁶.

Cette contribution, en hommage aux travaux de recherches menés par Béatrice, se propose de résumer ici deux exemples archéologiques de caractérisations minéralogiques, élémentaires et isotopiques opérées sur des minerais d'or exploités par les Anciens. Les résultats obtenus tentent de démontrer, à travers deux problématiques archéologiques différentes, la réelle plus-value à travailler dans des contextes contraints par l'archéologie et la géologie, et ce, à l'échelle même du district minier et/ou métallurgique. Notons qu'actuellement, les données élémentaires et isotopiques sur des minerais d'or exploités par les Anciens sont quasi inexistantes⁷ et cela pose un réel problème, aujourd'hui, pour retrouver l'origine géographique des nombreux objets en or, et ce, pour toute période historique.

PRODUCTION D'OR (ET D'ARGENT) EN DACIE ROMAINE (ROUMANIE)

Le territoire de l'Empire romain est à son apogée en 107 p.C., durant le règne de l'empereur Trajan (98-117 p.C.). Néanmoins, le maintien des frontières coûte cher à Rome. Dans le but de pérenniser l'étendue des territoires de l'Empire, l'acquisition des ressources minières présentes en Roumanie aurait constitué la motivation de la conquête de la Dacie. Cette dernière aura été déterminante pour l'économie romaine puisqu'environ 165 tonnes d'or et 331 tonnes d'argent, ainsi que de nombreux autres trésors inestimables, auraient été récupérées par Rome⁸. La Roumanie possède de nombreux gisements d'or dans son sous-sol. Cet or, souvent associé à de l'argent (électrum), est actuellement toujours présent en quantité importante. En effet, parmi les districts miniers des Monts Apuseni, celui de Roșia Montană est aujourd'hui le gisement en or-argent le plus riche d'Europe⁹. Durant l'époque romaine, ce vaste district hébergeait la ville d'*Alburnus Maior*, site très connu des archéologues et des historiens depuis les XVIII^e et XIX^e siècles puisqu'une trentaine de tablettes de bois recouvertes de cire portant des inscriptions y ont été découvertes. Elles traitent de l'administration des mines et du statut de ces dernières, illustrant ainsi toute l'importance du site¹⁰.

Beaucoup de ces gisements roumains ont été exploités par les Anciens, notamment à l'époque romaine (II^e s. p.C.), que ce soit pour l'or ou pour l'argent (soit sous forme d'électrum, soit

2 Bailly-Maître 2002 ; Hirt 2010.

3 Cauuet 2004.

4 Baron *et al.* 2019.

5 Ramage & Craddock 2000 ; Cauuet 2004 ; Cauuet *et al.* 2018.

6 Baron *et al.* 2011.

7 Baron *et al.* 2011 ; Baron *et al.* 2019.

8 Carcopino 1924.

9 Manske *et al.* 2006.

10 Hirt 2010.

sous forme de plomb argentifère). Le site de Roșia Montană est l'un des rares sites miniers en Europe à avoir été fouillé de façon systématique et méthodique, et ce, sur environ quatre kilomètres de galeries romaines¹¹.

La recherche présentée ici avait pour objectif de caractériser la signature minéralogique et isotopique de cette production d'or et d'argent d'un des plus importants districts pour or de l'époque romaine. Dans un premier temps, les études pétrographiques et minéralogiques ont permis d'identifier les différentes phases minérales (= la paragenèse) à l'échelle du gisement afin de comprendre la mise en place des minéralisations du district minier. Cela était d'autant plus nécessaire qu'il n'existait qu'une donnée isotopique, issue d'une étude géologique, pour tout le district minier de Roșia Montană¹². Quatre paragenèses ont été mises en évidence par l'étude géologique. En vue de caractériser les minerais du gisement et le minerai exploité par les Anciens, un échantillonnage systématique a été effectué en suivant les paragenèses au niveau des fronts de taille datés de l'époque romaine. Les analyses isotopiques ont permis d'identifier des différences en fonction des paragenèses mises en lumière par la minéralogie.

Les analyses isotopiques basées sur ces matériaux appelés "géo-chrono référencés" ont permis de proposer une signature minéralogique et isotopique fine et spécifique des minerais

d'or et d'argent de Roșia Montană exploités durant la période romaine¹³. Sur la base des données disponibles, cette signature est différente de celle des minéralisations en argent des Monts Apuseni (fig. 1) et se distingue des mines de plomb argentifère de Baia Mare¹⁴, situées au nord de la Roumanie.

Durant les fouilles conduites à Roșia Montană, un rouleau de litharge (pour rappel, il s'agit d'un oxyde de plomb) avait été découvert dans une galerie antique à proximité de la sortie au jour, suggérant ainsi la présence d'ateliers métallurgiques en surface. La litharge est produite durant l'opération de coupellation qui est une étape de la chaîne opératoire du plomb argentifère. Ce procédé permet la séparation de l'argent et du plomb par l'oxydation d'un bain métallique plombifère enrichi¹⁵.

La présence de litharge n'atteste pas forcément du traitement du plomb argentifère sur le lieu même de sa découverte. En effet, d'autres contextes archéologiques démontrent l'usage des litharges dans la conduite de chaînes opératoires de minerais ne contenant pas suffisamment de plomb pour permettre l'extraction des métaux précieux recherchés. En Espagne, l'ajout de litharge a été démontré en début de réaction pour extraire l'argent de la gangue minérale à partir de minerais de type jarosite (minerai de sulfate hydraté de fer et de potassium riche en argent)¹⁶. De même, au Portugal, des minerais à or-argent (constitués de sulfures

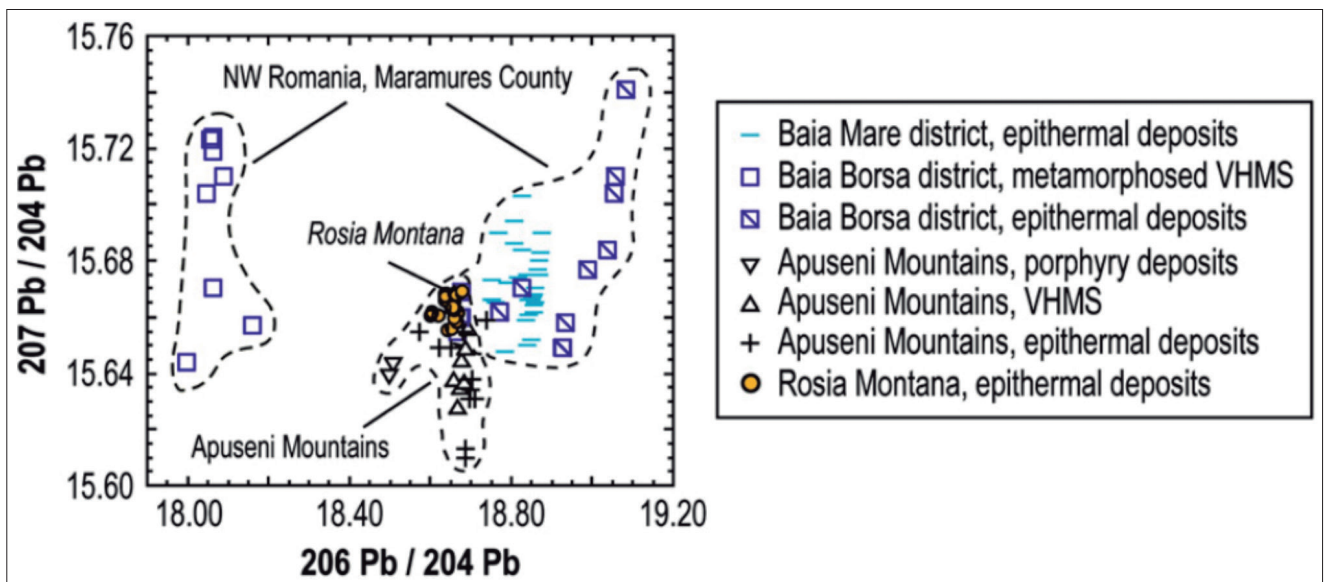


Fig. 1. Signatures isotopiques du plomb des minerais en or-argent de Roșia Montană dans leur contexte géologique régional (d'après Baron *et al.* 2011).

11 Cauuet & Tamaș 2012.

12 Marcoux *et al.* 2002.

13 Baron *et al.* 2011.

14 Cook & Chiaradia 1997.

15 Conophagos 1980.

16 Anguilano *et al.* 2010.

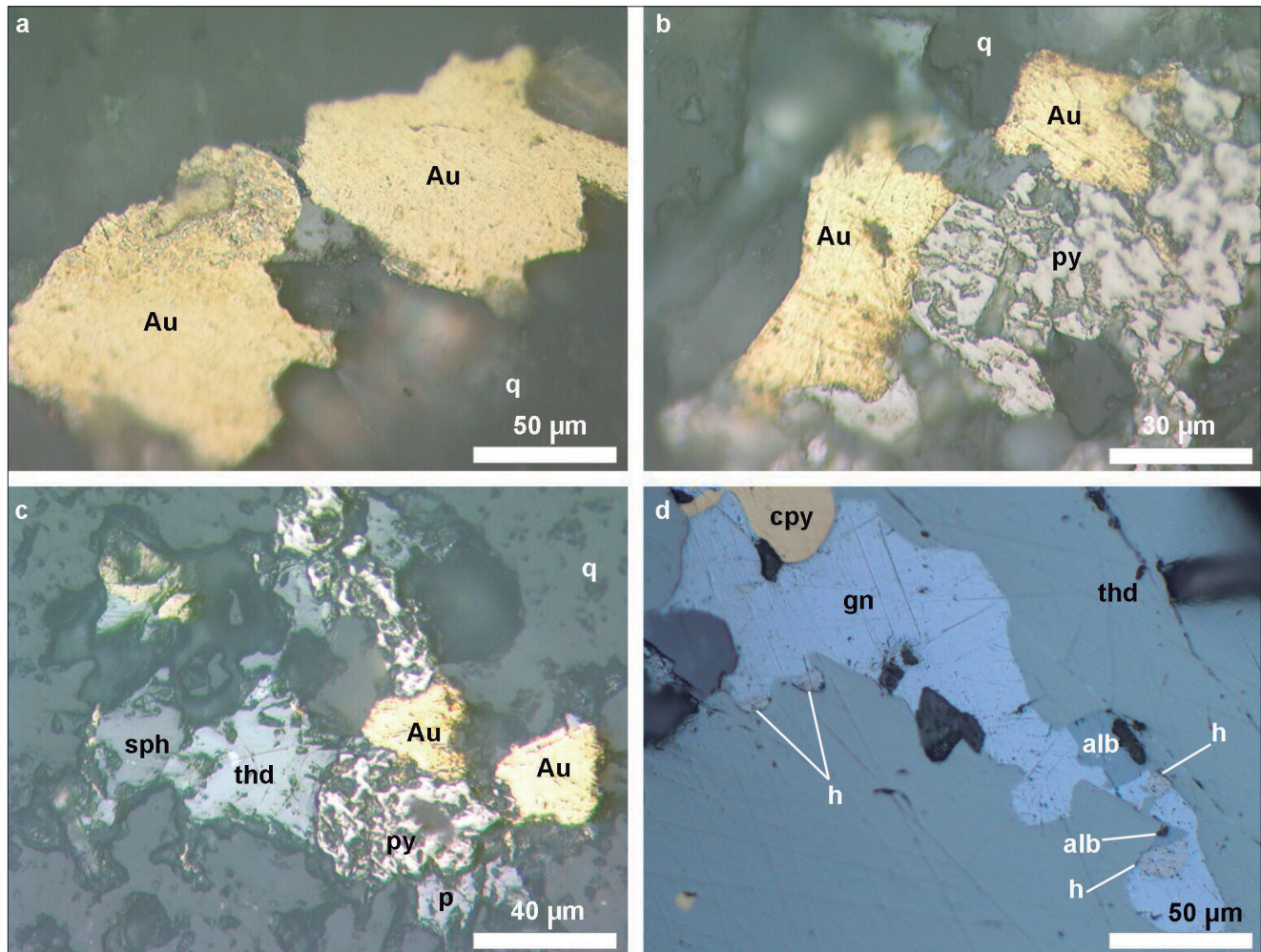


Fig. 2. Images au microscope optique polarisant en réflexion de minerais Au-Ag exploités (a-c) et non-exploité (d) par les Romains dans le massif de Cărnic, Roșia Montană : **a.** Grains d'or (électrum) dans quartz (Cărnic 4 inf. - sud) ; **b.** Or et pyrite dans quartz (Cărnic 4 inf. - sud) ; **c.** Or, polybasite (p), pyrite (py), cuivre gris (thd), blende (sph) et chalcopyrite (cpy) dans quartz (Cărnic 4 inf. - sud) ; **d.** Paragénèse minéraux Cu-Pb-Ag-Te-Ge du filon Cărniceal avec cuivre gris (thd), galène (gn), hessite (h), alburnite (alb), chalcopyrite (cpy) au niveau minier Vercheș.

complexes ne présentant que très peu de plomb), exploités également durant l'époque romaine, ont nécessité l'ajout de plomb. Ceci a été révélé par des analyses archéométriques conduites sur des scories antiques¹⁷.

Le cas des minerais d'or de Roșia Montană, exploités par les Anciens, est similaire aux exemples évoqués ci-dessus : ils ne contiennent pas suffisamment de plomb pour permettre l'extraction des métaux précieux directement à partir de la gangue du minerai (fig. 2). La teneur en plomb est inférieure à 0,05 % en masse dans tous les minerais étudiés. Pour extraire l'or et l'argent de la gangue du minerai, il est donc nécessaire d'ajouter du plomb dès le début de l'étape de réduction du minerai. Ainsi, l'or et l'argent migrent vers le plomb, qui est alors enrichi¹⁸. Ce dernier passe ensuite à la

coupe à la loupe où l'alliage d'or et d'argent (libéré de sa gangue minérale) est séparé du plomb. L'alliage passe ensuite à l'étape de cémentation où sels et/ou adjuvants sont ajoutés pour séparer l'or de l'argent. Les scories, riches en argent, sont une nouvelle fois coupellées, par un dernier ajout de plomb afin de récupérer l'argent.

La signature isotopique de la litharge provenant de Roșia Montană est sensiblement différente de celle des minerais en or-argent de ce secteur (fig. 1). Elle l'est également de celle des minerais de plomb argentifères provenant du district de Baia Mare, situé au nord de la Roumanie (non étudié par les archéologues). La signature de la litharge semble, en revanche, plus proche de celle des minerais de plomb argentifères localisés dans le sud des Monts Apuseni (fig. 3), le gisement de Vorța (amas sulfurés riches en plomb et en galènes). Une commercialisation ou un acheminement de plomb, à échelle locale, vers le site minier de Roșia Montană est donc tout à fait envisageable à la lumière de ces résultats. Le contexte

17 Bachmann 1999.

18 Ramage & Craddock 2000.

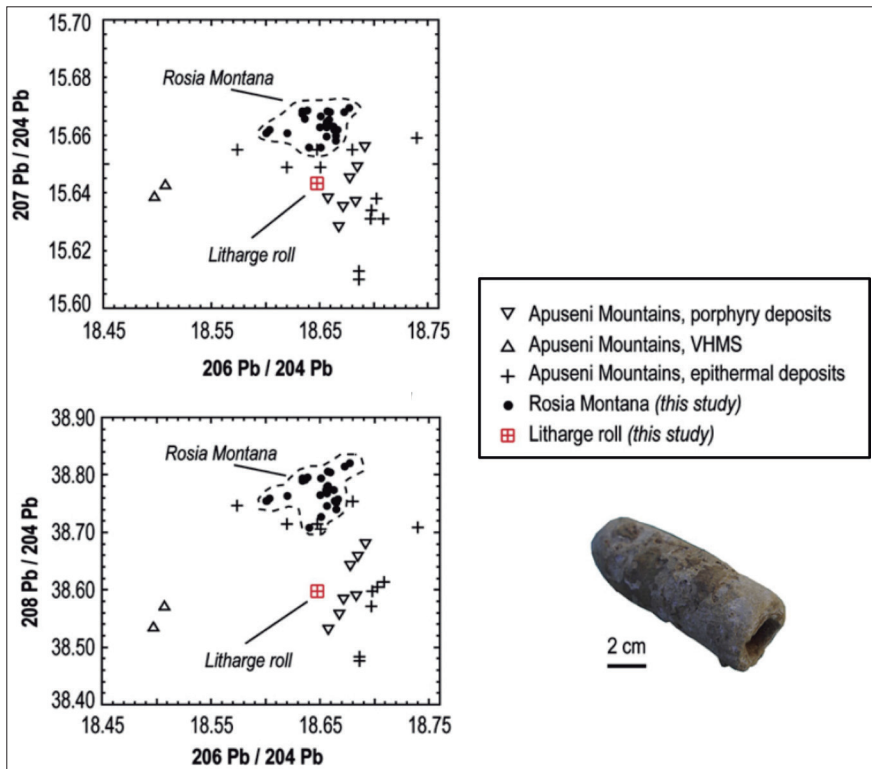


Fig. 3. Signatures isotopiques de plomb des minerais en or-argent de Roşia Montană et de la litharge de coupellation découverte durant la fouille (d'après Baron *et al.* 2011).

de découverte de cette litharge nous autorise à penser qu'il s'agissait probablement d'un ajout de plomb en tout début de chaîne opératoire.

Par conséquent, cette différence isotopique mesurée entre la signature de la litharge et celle des minerais en or-argent de Roşia Montană corrobore une importation de plomb tout en laissant suggérer une gestion territoriale des ressources par les Anciens, à l'échelle locale ou supra-régionale. Des exemples en Espagne, pour les périodes phéniciennes et romaines, démontrent la commercialisation du plomb qui sera utilisé comme ajout lors de la récupération de l'argent contenu dans des minerais ne possédant pas de plomb¹⁹. Ces études ont démontré que le plomb provenait d'autres secteurs miniers de galènes (argentifères ou non), plus ou moins éloignés, et qui étaient également exploités. Cette commercialisation du plomb se faisait à l'échelle locale et/ou supra régionale, mais aussi à l'échelle du bassin méditerranéen. En effet, une des épaves romaines retrouvées au large de Marseille (épave 3 de Planier) contenait, entre autres, des litharges de coupellation dans sa cargaison²⁰.

L'ajout de plomb provoque ainsi un écart entre la signature des minerais sources et des objets produits à partir de ces mêmes minerais. Un objet en or ou en argent, qui aurait été fabriqué à partir des minerais du site de Roşia Montană, n'aura donc pas la signature isotopique du plomb des minerais à

l'origine de son élaboration, mais celle du plomb qui aura été ajouté. Pour le cas présent, l'écart est faible et la signature de la production minière en or a été déterminée de façon précise. Néanmoins, cet écart est à prendre en compte pour de futures études de provenance, notamment celles menées à des échelles locales ou régionales.

PRODUCTION D'OR DANS LE LIMOUSIN DURANT LA PÉRIODE CELTIQUE (FRANCE)

Le territoire des Lémovices (peuple celte du Limousin, bordure ouest du Massif central français) a été le lieu d'importantes activités d'exploitation de l'or durant l'âge du Fer (**fig. 4**). Des fouilles archéologiques y ont été conduites, sous la direction de Béatrice Cauuet, durant plusieurs années²¹ et les résultats démontrent, sans équivoque, la très grande maîtrise des Gaulois dans l'exploitation des ressources minières. Cette dernière était adaptée à la géométrie des filons (**fig. 4**), mais aussi à la teneur en or associée. Au minimum, plus de 74 tonnes d'or auraient été produites entre le VI^e et le III^e s. a.C.²²

Les Lémovices ont donc exploité beaucoup d'or sur leur territoire, mais les archéologues, en l'état actuel

19 Renzi *et al.* 2009 ; Anguilano *et al.* 2010.

20 Tchernia 1969.

21 Cauuet 2004.

22 Cauuet & Tamaş 2012.



Fig. 4. Localisation géographique du Limousin en France et photographie d'une minière gauloise en cours de fouille dans le district minier de Saint-Yrieix-la-Perche. Plus de 200 minières de ce type ont été répertoriées au sein du même district minier aurifère (d'après Baron *et al.* 2019).

des recherches, ne connaissent pas d'objets et les séries monétaires en or attribuées à ce peuple et/ou à son territoire sont peu nombreuses (citons néanmoins la série à la grue dont le volume reste non négligeable). Aussi, l'usage de l'or par les Lémovices n'est pas connu par les sources écrites. Par contre, leurs voisins, les Arvernes – dont le territoire actuel correspond à l'Auvergne – battaient leur propre monnaie d'or. L'origine de cet or reste inconnue aujourd'hui. En Charente, la spectaculaire découverte d'un casque orné d'or (le casque d'Agris, daté du IV^e s. a.C.) alimente également le débat de l'origine de l'or utilisé pour sa fabrication. D'après les études typologiques et stylistiques conduites sur ce dernier, il apparaît que les techniques mises en œuvre pour sa fabrication auraient des influences de type balkanique, de populations étrusques et

grecques, donc bien au-delà de son lieu de découverte²³. La proximité entre le territoire minier des Lémovices, le territoire des Arvernes et le lieu de découverte du casque d'Agris renforce la question du débouché commercial de cette importante production d'or. Pour le cas d'une relation entre les minerais d'or lémovices et l'or monnayé arverne, l'hypothèse n'est pas nouvelle²⁴. La rareté d'objets en or attribuables aux Lémovices laisse suggérer que l'or n'est pas resté dans cette région, mais qu'il devait être intégré dans un circuit commercial supra-régional ou de longue distance²⁵.

23 Gomez de Soto & Verger 2010.

24 Boudet *et al.* 1999 ; Nieto-Pelletier 2013.

25 Cauuet 1999.

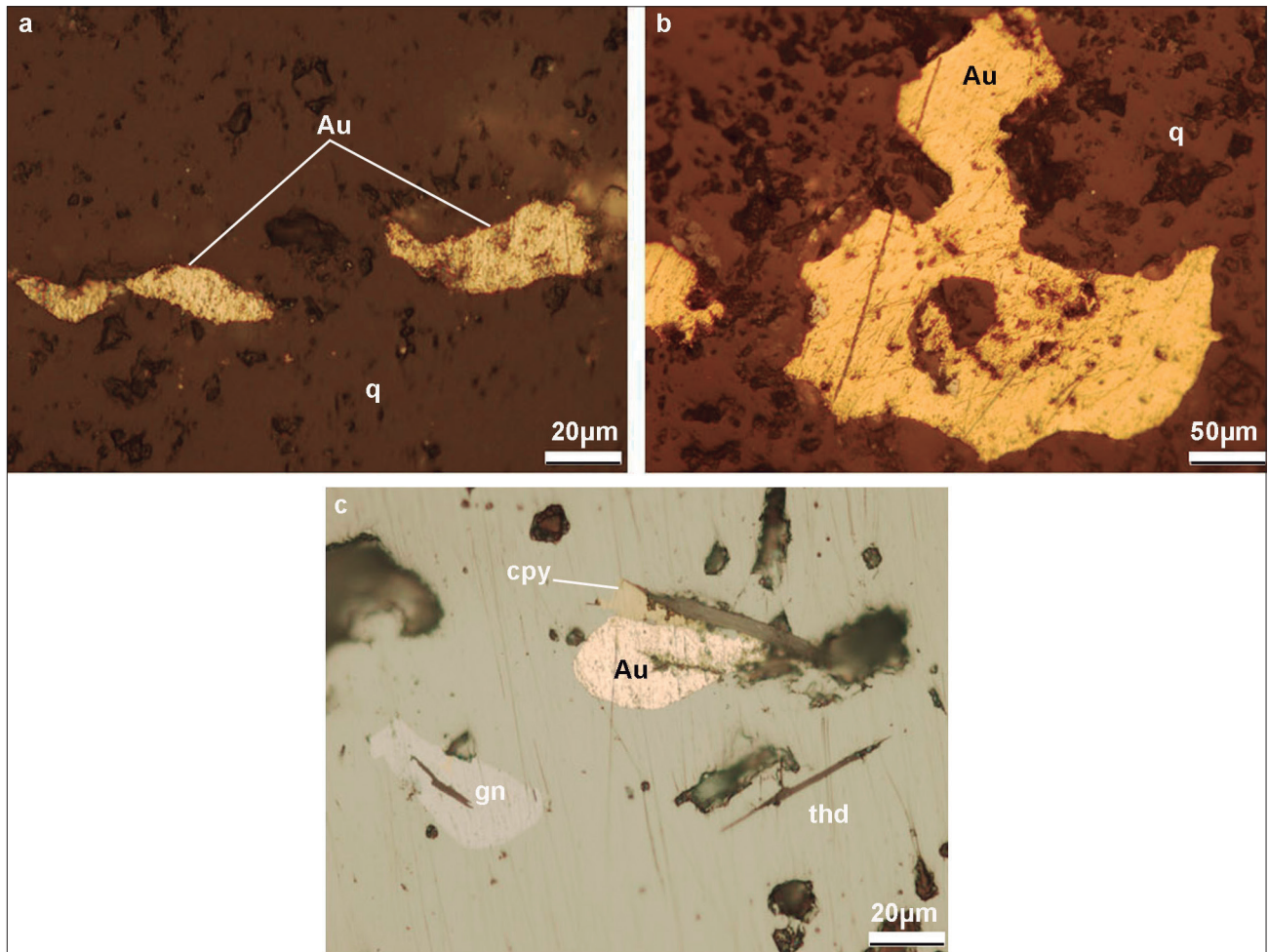


Fig. 5. Images au microscope polarisant en réflexion de minéralisations Au-Ag du Limousin :

- a. Grains d'or libre à plus de 80 % Au et moins de 20 % Ag encaissé dans quartz (q) - Les Lanvers - Ambazac ;
- b. Grain d'or à 88 % Au et 12 % Ag dans quartz (% poids, résultats issus de l'analyse à la microsonde électronique) - Cros Gallet ;
- c. Inclusion mixte or natif - chalcopyrite (cpy) et galène (gn) dans le cuivre gris argentifère (thd) - Laurières.

Pour aborder ces questions, nous avons mené une recherche dont la première étape consista à caractériser finement et précisément ces minerais d'or exploités par les Lémovices. Les aspects méthodologiques de cette caractérisation ont été centraux pour démontrer tout l'intérêt de travailler sur des sites miniers documentés en amont par l'archéologie. L'échantillonnage était ainsi constitué de deux types de minerais : celui qui a été effectivement exploité par les Anciens et celui qui a été exploité par la société COGEMA. La caractérisation pétrographique et minéralogique détaillée de la paragenèse minérale des minerais exploités par les Anciens et par les Modernes (**fig. 5**) ainsi que les analyses isotopiques du plomb ont été menées sur les mêmes spécimens.

Une dichotomie dans les âges des minéralisations entre minerais exploités par les Gaulois et minerais exploités par les Modernes a été mise en évidence de manière claire. En effet, les minéralisations exploitées par les Gaulois sont d'âge cambro-ordovicien (le rapport $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ étant compris entre 18,00 et 18,20) tandis que les minéralisations exploitées par

les Modernes sont clairement d'âge hercynien ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} > 18,50$). Ainsi, les données se répartissent en deux groupes parfaitement distincts : la phase #1 et la phase #2 (**fig. 6**).

Les données isotopiques du plomb sont en lien avec les données minéralogiques. En effet, là où l'isotopie du plomb met en lumière deux types de signatures, les données minéralogiques traduisent deux types d'or avec, pour chacun, une paragenèse caractéristique. Ces données minéralogiques et isotopiques concordent avec les analyses multi-élémentaires conduites sur les mêmes spécimens. Les Anciens ont exploité le minerai le plus riche en or tandis que les Modernes ont majoritairement exploité un minerai moins riche (mais relativement riche au regard des seuils d'exploitation des époques modernes). Les minerais exploités par les Modernes, comparativement aux minerais exploités par les Gaulois, sont enrichis en aluminium, sodium, potassium, terres rares, ytterbium, zirconium, hafnium, thorium, galium et néodyme et appauvris en plomb, zinc, argent, bismuth et or.

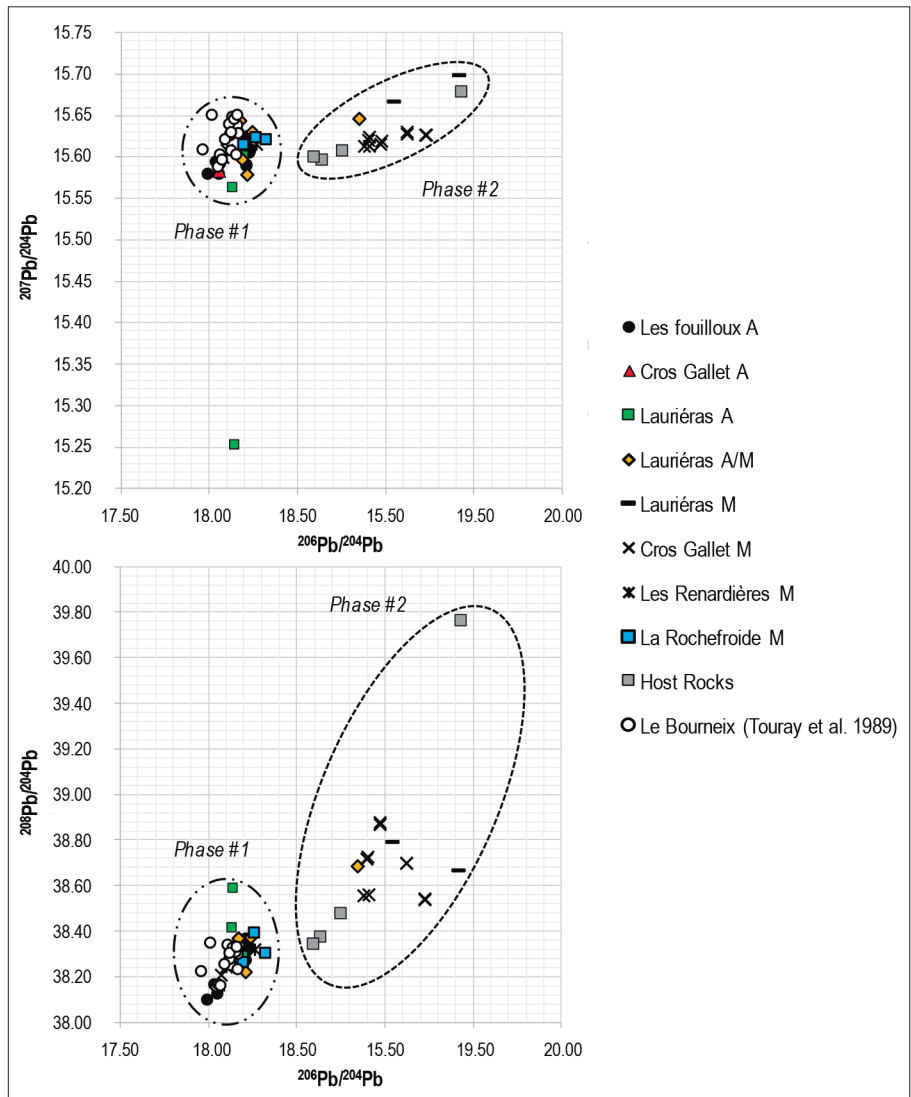


Fig. 6. Diagrammes isotopiques du plomb des minéralisations exploitées par les Lémovices et par la compagnie minière moderne, COGEMA. La phase #1 contient les minerais exploités par les Gaulois, la plus riche en or, et la phase #2 contient les minerais exploités récemment. Les minerais étudiés par Touray *et al.* 1989 présentent les mêmes signatures isotopiques que celles des Gaulois suggérant ainsi que l'échantillonnage réalisé dans cette étude a fort probablement été conduit, sans le savoir, sur les affleurements de mines gauloises, localisés en surface (d'après Baron *et al.* 2019).

Outre la proposition d'une signature isotopique du plomb fine et précise de la production gauloise, les résultats isotopiques de cette étude ont mis en lumière l'existence de minéralisations locales plus anciennes qui ne s'intègrent pas au modèle classique hercynien²⁶.

Cette étude démontre qu'un échantillonnage effectué en tenant compte des données archéologiques, mais aussi couplé à la géologie permet de réduire sensiblement la signature isotopique du plomb d'une production minière ancienne.

CONCLUSION

Les deux exemples archéologiques choisis ici présentent une stratégie de recherche qui, dans sa démarche et sa réflexion, se positionne inversement, en quelque sorte, de la plupart des études menées sur les provenances. En effet,

ces dernières se focalisent encore trop essentiellement sur la caractérisation des objets ou semi-produits en les comparant ensuite à des bases de données de minerais déjà disponibles. Ainsi, ces mêmes bases de données restent très peu renouvelées et leurs signatures isotopiques sont par ailleurs assez imprécises, car il ne s'agit pas, entre autres, des minerais exploités par les Anciens.

Nous venons de voir la nécessité de porter une attention soutenue à la représentativité des minerais étudiés : d'une part, au regard de leur contexte de découverte durant la fouille et d'autre part, vis-à-vis de leur histoire géologique au sein du district minier. Les minerais retrouvés en contexte de fouilles, que l'on peut qualifier "d'archéologiques", sont aussi et d'abord des matériaux géologiques résultants de conditions génétiques plus ou moins complexes. Ces minerais, tel qu'ils ont été étudiés ici, constituent de réels référentiels archéologiques. La compréhension de leurs signatures géologique et isotopique en lien avec leur contexte archéologique constitue une réelle plus-value pour la résolution de futures études de provenance.

26 Touray *et al.* 1989 ; Bouchot *et al.* 1997 ; Marignac & Cuney 1999.

Durant toute sa carrière, les travaux menés par Béatrice en archéologie minière auront permis, entre autres, de renforcer, de manière significative, les études de provenance, mais aussi

d'attribuer une réelle dimension archéologique et historique à des matériaux encore trop peu étudiés aujourd'hui et qui, pourtant, constituent un point focal pour mener une étude de provenance réellement pertinente.

BIBLIOGRAPHIE

- Anguilano, L., Rehren, T., Müller, W., Rothenberg, B. (2010) : "The importance of lead in the silver production at Rio Tinto (Spain)", *ArchéoSciences—Revue d'Archéométrie*, 34, 269-276.
- Bachmann, H. G. (1999) : "On the early metallurgy of gold. Some answers and more questions", in : Hauptmann, A., Pernicka, E., Rehren, T., Yalcin, U. ed. : *The Beginnings of Metallurgy*, Der Anschnitt Beiheft 9, Bochum, 267-275.
- Bailly-Maître, M.-C. (2002) : *L'argent : du minerai au pouvoir dans la France Médiévale*, Paris.
- Baron, S., Tămaş, C. G., Cauuet, B., Munoz, M. (2011) : "Lead isotopes analyses of gold-silver ores from Rosia Montana (Romania): a first step of a metal provenance studies of Roman mining activity in Alburnus Maior (Roman Dacia)", *Journal of Archaeological Science*, 38, 1090-1100.
- Baron, S., Tămaş, C. G., Le Carlier, C. (2014) : "How mineralogy and geochemistry can improve the significance of Pb isotopes in metal provenance studies ?" *Archaeometry*, 56 (4), 665-680.
- Baron, S., Tămaş, C. G., Rivoal, M., Cauuet, B., Télouk, P., Albarède, F. (2019) : "Geochemistry of Gold Ores Mined During Celtic Times from the North-Western French Massif Central", *Nature, Scientific Reports*, 9, 17816. doi:10.1038/s41598-019-54222-x
- Bouchot, V., Milési, J.-P., Lescuyer, J.-L., Ledru, P. (1997) : "Les minéralisations aurifères de la France dans leur cadre géologique autour de 300 Ma", *Chronique de la Recherche Minière*, 528, 13-62.
- Boudet, R., Gruel, K., Guichard, V., Malacher, F. (1999) : "L'or monnayé en Gaule à l'âge du Fer. Essai de cartographie quantitative", in : Cauuet, B., dir. (1999) : *L'or dans l'Antiquité de la mine à l'objet*, Aquitania suppl. 9, Bordeaux, 417-425.
- Carpolino, J. (1924) : "Les richesses des Daces et le redressement de l'Empire romain sous Trajan", *Dacia* 1, Bucharest, 28-34.
- Cauuet, B. (1999). "L'exploitation de l'or en Gaule à l'âge du fer", in : Cauuet, B., dir. (1999) : *L'or dans l'Antiquité de la mine à l'objet*, Aquitania suppl. 9, Bordeaux, 31-86.
- Cauuet, B. (2004) : *L'or des Celtes du Limousin*, Limoges.
- Cauuet, B., Tămaş, C. G. (2012) : "Les travaux miniers antiques de Roşia Montană (Roumanie). Apports croisés entre archéologie et géologie", in : Orejas, A., Rico, C., éd. : *Minería y metalurgia antiguas. Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Collection de la Casa de Velázquez 128, Madrid, 219-241.
- Cauuet, B., Tămaş, C. G., Boussicault, M., Munoz, M. (2018) : "Quantités et contrôle de l'or produit à l'âge du Fer en Gaule du Centre-Ouest", in : Rico, C., Orejas, A. éd. : *Los metales preciosos : de la extracción a la acuñación (Antigüedad – Edad Media)*, Mélanges de la Casa de Velázquez 48-1, Madrid, 13-42.
- Conophagos, C. (1980) : *Le Laurion antique et la technique grecque de la production de l'argent*, Athènes.
- Cook, N. J., Chiaradia, M. (1997) : "Sources of base metal mineralization in the Baia Borsa orefield, NW Romania: constraints from lead isotopes", in: Papunen, H. éd. : *Mineral Deposits: Research and Exploration, Where do they Meet?*, Rotterdam, 813-816.
- Domergue, C. (2008) : *Les mines antiques. La production des métaux aux époques grecque et romaine*, Paris.
- Gomez de Soto, J., Verger, S. (2010) : "Le casque d'Agris, chef-d'œuvre de l'art celtique occidental", *L'archéologue*, 2010, 56-59.
- Hirt, A. M. (2010) : *Imperial Mines and Quarries in the Roman World. Organizational Aspects 27 BC-AD 235*, Oxford.
- Manske, S. L., Hedenquist, J. W., O'Connor, G., Tămaş, L., Cauuet, B., Leary, S., Minut, A. (2006) : "Rosia Montana, Romania : Europe's largest gold deposit", *Society of Economic Geologists Newsletter*, 64 (1), 9-15.
- Marcoux, E., Grancea, L., Lupulescu, M., Milési, J.-P. (2002) : "Lead isotope signatures of epithermal and porphyry-type ore deposits from the Romanian Carpathian Mountains", *Mineralium Deposita*, 37, 173-184.
- Marignac, C., Cuney, M. (1999) : "Ore deposits of the French Massif Central: insight into the metallogenesis of the Variscan collision belt", *Mineralium Deposita* 34, 472-504.

Nieto-Pelletier, S. (2013). Catalogue des monnaies celtiques – Les Arvernes, Paris.

Ramage, A., Craddock, P., éd. (2000) : *King Croesus' Gold: Excavations at Sardis and the History of Gold Refining*, Archaeological Exploration of Sardis Monograph 11, Cambridge.

Renzi, M., Montero-Ruiz, I., Bode, M. (2009) : "Non-ferrous metallurgy from the Phoenician site of La Fonteta (Alicante, Spain): a study of provenance", *Journal of Archaeological Science*, 36, 2584-2596.

Tchernia, A. (1969) : "Les fouilles sous-marines de Planier (Bouches-du-Rhône)", in : *Comptes rendus de séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 113^e année, 2, 292-309.

Touray, J.-C., Marcoux, E., Hubert, P., Proust, D. (1989) : "Hydrothermal processes and ore-forming fluids in the Le Bourneix gold deposit, Central France", *Economic Geology*, 84, 1328-1339.

Sandrine Baron

CNRS, TRACES UMR 5608, Université de Toulouse

Călin Gabriel Tămaș

Universitățile Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, Roumanie

Retrouvez la version en ligne gratuite
et ses contenus additionnels





Cet ouvrage offert à Béatrice Cauuet par ses collègues et amis rassemble plus de soixante-dix auteurs à travers plus de trente contributions qui touchent tous les domaines de recherche qu'elle a investis pendant sa carrière de chercheuse au CNRS. Les articles réunis couvrent une grande partie de l'Europe et une chronologie large allant du Néolithique jusqu'à la période moderne. L'organisation des textes suit ce cheminement chronologique qui montre, sur quatre millénaires, l'importance des mines et des métaux pour les sociétés anciennes. Les contributions abordent

différents aspects économiques et sociétaux de la production minière et métallurgique, que ce soit à travers des présentations de sites ou de secteurs miniers, des réflexions sur les outils, les techniques et la gestion des exploitations, mais aussi par des approches traitant des usages des métaux.

This book, offered to Béatrice Cauuet by her colleagues and friends, brings together more than seventy authors and over thirty contributions dealing with all the fields of the research she carried out during her career as researcher at the CNRS. The articles gathered here cover a large part of Europe and a broad chronology spanning from the Neolithic to the modern period. The structure of the volume follows this chronological path, which shows, over four millennia, the importance of the mines and metals for the ancient societies. Through presentations of mining sites or mining areas, reflections on the tools, techniques and management of mining operations, as well as approaches dealing with the uses of metals, the economic and societal aspects of mining and metallurgical production are also revealed.



Cette publication a été financée par le Ministère de la Culture, le Laboratoire TRACES - UMR5608 Université Toulouse Jean Jaurès.



Mines et métallurgies anciennes

est un livre numérique en libre accès contenant des annexes et une bibliographie Zotero.



Ne peut être vendu.

À retrouver sur <https://una-editions.fr>



Ausonius Éditions, Collection DAN@ 9 ; ISSN 2741-1508 ; Pessac • EAN imprimé 9782356135384