



HAL
open science

Les apports de l'archéométrie à la numismatique. Quelques réflexions

Maryse Blet-Lemarquand

► **To cite this version:**

Maryse Blet-Lemarquand. Les apports de l'archéométrie à la numismatique. Quelques réflexions. Bulletin de la Société Française de Numismatique, 2024, 79 (2), pp.79-88. hal-04519678

HAL Id: hal-04519678

<https://hal.science/hal-04519678v1>

Submitted on 25 Mar 2024

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.

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE NUMISMATIQUE

79 | 02

FÉVRIER 2024



1924-2024

Centenaire de la reconnaissance
d'utilité publique de la SFN

Gravé en 1932-1933 par le maître Lucien Bazor, à l'époque graveur général des monnaies de France à la Monnaie de Paris, ce jeton récompense chaque année un savant numismate étranger ainsi que, tous les trois ans, un ancien président de la Société française de Numismatique qui vient de terminer son mandat triennal.

La création de ce jeton, appelé aussi quelquefois « médaille de la SFN », a été rendu possible grâce au legs de 8 000 francs (valeur 1926) consenti au profit de la Société française de numismatique par le Commandant Pierre Babut dans son testament. Décédé le 28 décembre 1926, le Commandant Babut avait été deux fois président de la Société, en 1907-1908 puis en 1912-1913. Il avait compté par ailleurs parmi les plus grands collectionneurs de monnaies royales françaises au début du xx^e siècle.

En février 1927, la Société française de Numismatique prit connaissance de ce legs ainsi que du désir exprimé par P. Babut que la somme ainsi donnée serve à financer l'édition d'une médaille destinée aux membres titulaires de la SFN. À défaut, toute autre solution était laissée à la discrétion de la Société qui pouvait ainsi disposer de la somme. Dès le mois d'avril 1927, la frappe d'un jeton fut envisagée.

Après examen de plusieurs possibilités, le projet de L. Bazor fut retenu le 4 juin 1932 et le premier jeton fut présenté aux membres de la SFN le 4 mars 1933. La Société décida alors de faire frapper 100 jetons d'argent et 200 jetons de bronzes susceptibles d'être achetés par ses membres. Elle y ajouta la frappe de jetons de vermeil destinés à ses anciens présidents et, le 3 mars 1934, elle décida d'accorder chaque année un de ces jetons à un savant étranger.

Ces dispositions sont toujours en vigueur aujourd'hui.



SOMMAIRE

ÉTUDES ET TRAVAUX

- 37 **Marc BOMPAIRE, Patrick VILLEMUR**
D'une guerre à l'autre : les évolutions de la Société française de Numismatique
- 46 **Michel AMANDRY**
L'œuvre protéiforme d'Ernest Babelon (1854-1924) : un bilan
- 52 **Marie-Laure LE BRAZIDEC**
Adrien Blanchet (1866-1957) : un pilier de la Société française de Numismatique
- 62 **Cécile MORRISSON**
Jean Lafaurie (1914-2008), mentor d'une génération de numismates
- 71 **Murielle TROUBADY**
La monnaie, vecteur d'analyse des sites : l'archéonumismatique
- 79 **Maryse BLET-LEMARQUAND**
Les apports de l'archéométrie à la numismatique. Quelques réflexions
- 88 **Julien OLIVIER**
La numismatique en ligne : état des lieux et perspectives
- 99 **Odile LAKOMSKI-LAGUERRE, Ludovic DESMEDT**
Cryptomonnaies : de nouvelles logiques dans les paiements ?

SOCIÉTÉ

- 107 Compte rendu de la séance du 03 février 2024

PROCHAINES SÉANCES

SAMEDI 09 MARS 2024 - 13h30 - BnF Richelieu, salle Émilie du Châtelet (Assemblée Générale)

SAMEDI 06 AVRIL 2024 - 14h00 - BnF Richelieu, salle Émilie du Châtelet

SAMEDI 04 MAI 2024 - 10h00 - BnF Richelieu, salle Émilie du Châtelet

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE NUMISMATIQUE



Publication de la Société française de Numismatique

10 numéros par an — ISSN 0037-9344

N° de Commission paritaire de Presse : 0525 G 84906

Société française de Numismatique

Reconnue d'utilité publique

Bibliothèque nationale de France, 58 rue de Richelieu, 75002 Paris

<https://www.sfnnumismatique.org> | secretariat@sfnnumismatique.org

Un comité de lecture constitué par les membres du Conseil d'administration assure l'examen des correspondances des membres par deux rapporteurs avant publication.

Directrice de la publication Sylvia NIETO-PELLETIER
Secrétaire de rédaction Pierre-Olivier HOCHARD assisté de Camille BOSSAVIT
(bsfn@sfnnumismatique.org)

Mise en page et infographie Fabien TESSIER
Imprimerie Corlet

Tarifs adoptés par le Conseil d'administration du 03/02/2023 et votés à l'Assemblée générale du 04/03/2023

En euros € - TTC	Cotisation annuelle, yc RN*	Abonnement au BSFN	Frais de port	Total
Membre correspondant France	30	30		60
Membre correspondant étranger***	40	30	10	80
Membre titulaire	40	30		70
Institutionnels et membres assimilés France	50	50		100
Institutionnels et membres assimilés étranger***	50	50	sur facture	100
Étudiants**	0	30		30
Non membres de la SFN - Abonnés France (Pas de RN) - Abonnés étranger*** (Pas de RN)	-	50		50
Prix au numéro du BSFN***				6
Prix au numéro de la <i>Revue numismatique</i> ***	Demander au Secrétaire général si le numéro est encore disponible			70

* Déductible de l'impôt des personnes physiques des résidents français

** De moins de 28 ans et sur justificatif

*** Hors frais de port et de dédouanement

Compte bancaire BRED Paris Bourse
Code BIC BRED FRPPXXX
N° IBAN FR76 1010 7001 0300 8100 3376 788

Chèques ou mandats à libeller en Euros. Les chèques bancaires en provenance de l'étranger doivent être libellés en euros et impérativement payables sur une banque installée en France.



Maryse BLET-LEMARQUAND*

Les apports de l'archéométrie à la numismatique. Quelques réflexions

La monnaie est un formidable archéomatériau métallique pour appréhender les sociétés anciennes. Pour faire « parler les monnaies » au moyen de méthodes empruntées aux sciences des matériaux et aux géosciences, il est primordial de les étudier dans le cadre de collaborations interdisciplinaires¹. Cette contribution décrit succinctement les principales approches scientifiques développées pour analyser les monnaies, puis présente trois études numismatiques s'appuyant sur la composition élémentaire afin de mettre en lumière comment cette information enrichit nos connaissances.

Les approches analytiques et les méthodes. Atouts et limites²

La composition élémentaire, ou composition chimique, est l'information primordiale de caractérisation métallurgique d'une monnaie, tant cette caractéristique est riche. En effet, les proportions des éléments présents témoignent, plus ou moins

* Ingénieure de recherche au CNRS, UMR 7065 IRAMAT, CNRS-université d'Orléans ;
maryse.lemarquand@cnrs-orleans.fr

1. BLET-LEMARQUAND *et al.* 2014a.

2. Pour approfondir le sujet, voir notamment la série des *Metallurgy in Numismatics*, inaugurée par *Methods of Chemical and Metallurgical Investigation of Ancient Coinage* paru en 1972 et comprenant pour l'instant 6 numéros publiés entre 1980 et 2020. Voir aussi le chapitre consacré à l'archéométrie dans les *Survey of Numismatic Research* publiés depuis 1986.

directement, du minerai exploité pour produire le métal monétaire, de la chaîne opératoire de production de ce métal, des éventuelles recettes d'alliages, et aussi des procédés de production de la monnaie. Une méthode capable de mesurer les concentrations d'un maximum d'éléments présents à l'état de majeurs, mineurs et traces, tout en préservant la monnaie, offre donc la possibilité de traiter de problématiques variées. Bénéficiant des avancées techniques, de multiples méthodes ont été développées et pratiquées avec plus ou moins de pertinence pour connaître la composition élémentaire des monnaies. Les performances à comparer pour choisir l'une ou l'autre en fonction du problème posé concernent la capacité de préserver la monnaie, le volume de la monnaie qui est effectivement analysé pour s'assurer qu'il est bien représentatif du métal qui a été monnayé, les éléments analysés, la cadence de travail, l'accessibilité de la méthode et son coût de mise en œuvre.

La figure 1 propose une présentation très schématique des caractéristiques des principales méthodes employées pour les monnaies d'or, selon l'épaisseur de la couche investiguée à partir de la surface et les éléments étudiés. Aucune de ces méthodes ne laissent de trace visible de son application. Les méthodes d'activation protonique et LA-ICP-MS, qui ont été développées à l'IRAMAT-CEB à près de 25 ans d'écart³, apparaissent comme les meilleurs compromis pour mener des campagnes d'analyses de monnaies d'or de grande ampleur afin de répondre à des problématiques variées. Les atouts de ces méthodes sont explicités à l'aide d'études de cas emblématiques (cf. *infra*, p. 83-86).

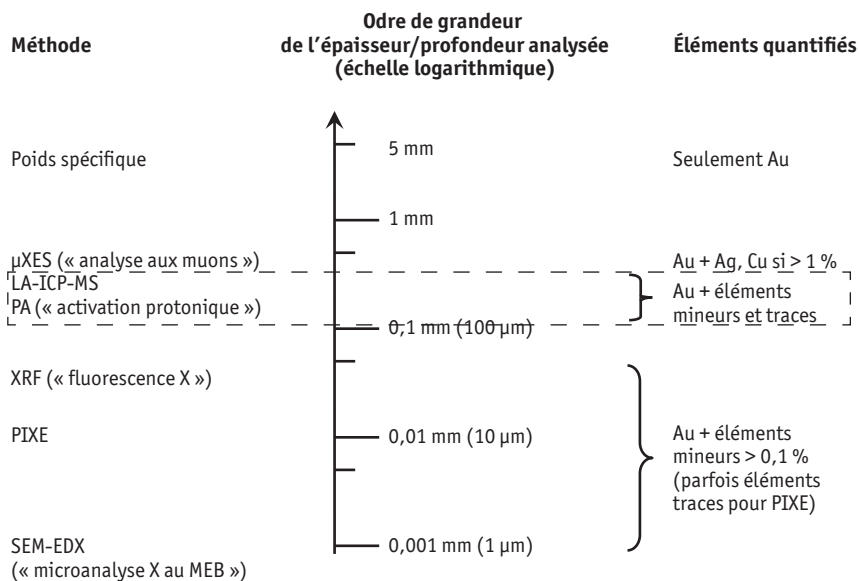


Figure 1 - Caractéristiques simplifiées des méthodes d'analyse élémentaire des monnaies d'or.

3. BARRANDON, POIRIER 1985 ; GRATUZE *et al.* 2004. LA-ICP-MS ou Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry.

L'analyse des monnaies en argent, et surtout en alliages argent-cuivre, pose des difficultés qui limitent généralement l'intérêt des méthodes qui n'analysent que la surface de la monnaie⁴. C'est pourquoi deux approches ont été développées. L'une consiste à analyser l'entièreté de la monnaie pour déterminer sa composition moyenne, comme c'est le cas avec l'ANRC⁵ employée à l'IRAMAT-CEB jusqu'en 2022. L'autre vise à atteindre la partie interne qui représente véritablement le métal travaillé dans l'atelier monétaire. L'IRAMAT-CEB a depuis toujours fait le choix de privilégier des méthodes strictement non-destructives ou induisant un faible dommage sur la monnaie. La méthode LA-ICP-MS, développée pour l'or et l'argent et leurs alliages⁶, répond à cet impératif puisque le prélèvement, effectué par un laser à partir de l'une des faces de la monnaie, est invisible à l'œil nu. En revanche, dans d'autres laboratoires, un échantillonnage est réalisé dans la tranche de la monnaie en argent ou en alliage cuivreux à l'aide d'un foret de 0,5 à 1 mm de diamètre, puis le prélèvement est analysé de diverses façons⁷. Il ne s'agit pas ici d'opposer frontalement ces diverses façons de procéder qui ont chacune leurs avantages et leurs limites. Toutefois, on peut s'interroger sur la pertinence de créer un dommage important sur certaines séries de monnaies qui pourraient être analysées efficacement sans laisser de trace visible.

Enfin les monnaies en alliages cuivreux ont été analysées jusqu'ici soit par des méthodes qui laissent un dommage visible sur la pièce⁸, soit par ANRC, une méthode globale et strictement non destructive développée et pratiquée à l'IRAMAT-CEB. Cette dernière méthode a l'avantage de s'affranchir des problèmes liés à la corrosion et au caractère souvent multi-phasé des alliages à base de cuivre. La méthode LA-ICP-MS pourrait offrir une approche alternative dans le cas de monnaies en cuivre non allié⁹.

La composition des monnaies en éléments mineurs et traces résulte de différents phénomènes complexes, si bien que l'interprétation des teneurs n'est pas toujours évidente. Toutefois, la discipline a bénéficié ces dernières années d'expérimentations archéométallurgiques, parfois complétées par des calculs thermochimiques, qui ont été menées afin de comprendre comment les compositions élémentaires évoluent quand les métaux sont fondus et purifiés¹⁰. Les connaissances acquises restent souvent partielles et ne sont pas forcément facilement directement transposables au cas réel de la production monétaire pour laquelle nous n'avons bien souvent que peu d'information, faute de sources écrites et de vestiges archéologiques. Cependant ces expérimentations ont confirmé que certaines impuretés des métaux monnayés pouvaient jouer efficacement le rôle de traceur car elles sont conservées lors de la fonte et de l'affinage. L'examen de leurs teneurs sert à définir des stocks métalliques et

4. SARAH, GRATUZE 2016.

5. ANRC ou Activation aux neutrons rapides de cyclotron, BEAUCHESNE, BARRANDON 1986 ; BEAUCHESNE *et al.* 1988.

6. Notamment SARAH, GRATUZE 2016 ; BLET-LEMARQUAND 2023.

7. Par exemple BUTCHER, PONTING 2015 ; BIRCH *et al.* 2020.

8. Par exemple, décapage partiel de la surface de la monnaie avant l'analyse par XRF du métal mis à nu (GUIHARD *et al.* 2018) ; prélèvement par foret dans la tranche analysé de diverses manières (BIRCH *et al.* 2019).

9. Développements en cours à l'IRAMAT-CEB sur des as impériaux (collaborations Manon Larue, Arnaud Suspène et M. Blet-Lemarquand).

10. Cas de la coupellation, L'HÉRITIER *et al.* 2015 et réf. citées ; expérimentations de cémentations dans BLET-LEMARQUAND *et al.* 2017 ; BERGER *et al.* 2021 et réf. citées.

ainsi à étudier les approvisionnements¹¹. Le platine et le palladium sont les traceurs de l'or monnayé, et l'or voire le bismuth ceux de l'argent.

Une autre façon de caractériser une monnaie consiste à mesurer les proportions des différents isotopes d'un de ses éléments, principalement le plomb car trois de quatre isotopes sont radiogéniques, c'est-à-dire issus de décroissances radioactives. Du fait de ce caractère radiogénique, les rapports isotopiques du plomb d'un minerai plombifère donnent une idée de l'âge géologique de la minéralisation et ils peuvent être spécifiques à un district minier. Comme la signature isotopique du plomb est conservée du minerai à l'objet fini¹², son étude ouvre la possibilité de rechercher la provenance du métal monnayé, à condition de disposer de données de référence pertinentes. L'analyse des isotopes du plomb est appliquée aux monnaies contenant suffisamment de plomb, surtout celles en argent, plus rarement celles en cuivre non allié et en alliages cuivreux. Les méthodes les plus précises¹³ nécessitent un prélèvement qui est mis en solution pour être analysé, cependant de nouveaux protocoles permettent de réduire considérablement le dommage sur la pièce qui n'est alors plus visible¹⁴. Les derniers développements méthodologiques concernent aussi les monnaies en or pour parvenir à mesurer précisément des rapports isotopiques, même lorsque les teneurs en plomb sont faibles, tout en limitant la quantité de métal prélevée¹⁵.

En parallèle de l'analyse isotopique des monnaies, des référentiels d'analyse de minerais¹⁶ ont été peu à peu constitués, si bien que l'enjeu des analyses isotopiques du plomb est généralement de relier une monnaie d'argent à un gisement minier argentifère, ou alors d'exclure de potentielles provenances, en comparant les signatures isotopiques. Toutefois, la démarche peut être compromise si le métal monétaire provient de refontes de métaux de diverses provenances, ou bien si un plomb exogène a été ajouté à un moment ou à un autre pour produire l'argent à monnayer. Quoi qu'il en soit des difficultés rencontrées, les chercheurs s'accordent souvent sur l'avantage qu'il y a à combiner analyses élémentaires et isotopiques pour aborder la difficile question de la provenance du métal monnayé.

Récemment, l'approche isotopique a été étendue à certains éléments qualifiés de « stables » – par opposition au plomb dont certains isotopes sont radiogéniques – comme par exemple le cuivre dans les as impériaux, l'argent dans les monnaies en argent, l'étain dans des monnaies en bronze¹⁷, ou le cuivre et le fer dans des monnaies d'or islamiques¹⁸, pour tester le potentiel de ces signatures pour les études de provenance des métaux monnayés. Ces recherches mettent en évidence plusieurs difficultés : 1) les rapports isotopiques de l'argent, du cuivre et du fer varient très peu d'un minerai à l'autre si bien que les mesures doivent être très précises pour être pertinentes¹⁹ ;

11. BLET-LEMARQUAND *et al.* 2014b et exemples *infra*.

12. BARON *et al.* 2009.

13. Thermal Ionisation Mass Spectrometry (TIMS) et solution Multi-Collector Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (MC-ICP-MS).

14. ALBARÈDE *et al.* 2016.

15. PALAMINY *et al.* sous presse.

16. GlobalID - database for lead isotope data. En revanche, très peu de référentiels existent pour les minerais d'or (BARON 2023).

17. Voir BLET-LEMARQUAND, NIETO-PELLETIER 2015, réf. 86 ; BLET-LEMARQUAND, DAVIS 2022, réf. 32 et 92.

18. PALAMINY *et al.* sous presse.

19. Les variations seraient liées aux très faibles différences de propriétés thermodynamiques entre les isotopes d'un même élément (ALBARÈDE *et al.* 2021).

2) ces signatures pourraient être modifiées par certaines opérations de métallurgie comme la cémentation de l'or²⁰. Ces nouvelles pistes exploratoires de caractérisation isotopique s'avèrent donc difficiles à mettre en œuvre et les résultats sont délicats à interpréter pour le moment. Elles ont néanmoins le mérite de livrer de nouvelles données qui sont complémentaires de la composition élémentaire et des signatures isotopiques du plomb.

Une autre manière encore de caractériser une monnaie consiste à examiner sa microstructure au moyen d'observations métallographiques couplées à des micro-analyses X au microscope électronique à balayage. Cette approche permet de comprendre comment la monnaie a été fabriquée, par exemple de déterminer si le flan a été fortement martelé avant d'être frappé²¹, mais elle est rarement mise en œuvre à grande échelle car elle nécessite de couper l'exemplaire étudié pour accéder à sa structure interne. Elle est donc réservée à des questionnements d'ampleur limitée, portant par exemple sur les procédés d'argenture des monnaies plaquées ou bien elle est utilisée pour apprécier les atouts et limites des méthodes d'analyses.

Altération des monnaies d'or byzantines entre le milieu du x^e et la fin du xi^e siècle

Les recherches interdisciplinaires menées à l'IRAMAT-CEB au début des années 80 ont profondément renouvelé nos connaissances sur l'histoire économique et monétaire de Byzance²². On savait déjà par de précédentes études que les autorités byzantines avaient manipulé le titre de leur monnaie d'or au cours des crises financières successives traversées par l'Empire. Mais les nombreuses analyses élémentaires par activation protonique confrontées aux données numismatiques et aux informations textuelles, ont permis de préciser et d'expliquer ces phénomènes d'altération du titre, par exemple ceux des crises du xi^e siècle.

L'examen des teneurs en or, argent et cuivre montre que les monnaies ont été frappées dans un or relativement pur de la fin du v^e siècle jusqu'au milieu du x^e siècle, puis que la teneur en or a été progressivement abaissée en un siècle, passant d'environ 97 % à moins de 20 %²³. Cet affaiblissement régulier du contenu en métal précieux correspond à une augmentation de l'argent puis à une augmentation conjointe de l'argent et du cuivre. L'examen de la teneur en plomb des monnaies a offert la possibilité d'approfondir l'analyse, car cet élément s'est révélé être un traceur des ajouts volontaires d'argent dans l'or²⁴. Les procédés employés par les monnayeurs pour économiser l'or en temps de crises ont alors été identifiés²⁵ : d'abord l'emploi d'or natif non purifié accompagné de probables refontes d'orfèvrerie, puis refonte de l'or précédemment monnayé additionné d'argent métallique et enfin refonte en ajoutant de l'argent et du cuivre.

20. BERGER *et al.* 2021. Aussi modification des rapports isotopiques de l'argent mesurés dans la patine de la monnaie d'argent (MILOT *et al.* 2021).

21. Voir par exemple BODET 2023.

22. MORRISSON *et al.* 1985.

23. MORRISSON *et al.* 1985, fig. 20.

24. MORRISSON *et al.* 1985, fig. 27.

25. MORRISSON 2020.

Nous avons déjà signalé combien l'étude de la composition des monnaies d'or byzantines, dont nous avons donné ici un aperçu, est devenu un cas d'école²⁶. Elle sert de modèle pour discuter des modes d'altération des monnaies d'or en étudiant les relations entre les trois éléments or, argent et cuivre, conjointement aux évolutions des teneurs en argent et en plomb, voire en bismuth.

Organisation de la frappe monétaire des *koina* achaien et étolien

La deuxième étude reprend des résultats d'un projet qui avait pour ambition de mieux comprendre le fonctionnement interne de deux États fédéraux grecs, le *koinon* étolien et le *koinon* achaien, en associant aux sources écrites le témoignage des monnaies, pour l'essentiel de petites pièces en argent de faible valeur, négligées par les historiens jusqu'ici²⁷.

L'étude numismatique a montré que les hémidrachmes ou trioboles du *koinon* achaien sont bien plus conformes à l'étalon éginétique réduit en vigueur que les pièces frappées auparavant par les cités du Péloponnèse²⁸. En outre, à en juger par la diversité de leurs caractéristiques techniques, elles ont manifestement été frappées dans des ateliers civiques et non dans un atelier central ou dans des ateliers régionaux.

Les analyses élémentaires réalisées par LA-ICP-MS ont confirmé cette conclusion puisque le métal monnayé est de qualité variable d'un atelier à l'autre du *koinon* achaien, sans toutefois que la concentration en argent descende en deçà de 90 %²⁹. Le contenu métallique des monnaies n'était donc pas strictement contrôlé par une autorité fédérale. L'atelier de Mégare, le seul atelier achaien situé en dehors du Péloponnèse, s'est distingué car les teneurs en argent de ses monnaies sont souvent plus faibles. Mégare était doté d'une garnison et avait probablement des besoins en numéraires supérieurs à ceux des autres cités auxquels il répondait en diluant légèrement le métal précieux par des ajouts de cuivre.

Contre toute attente, les Étoliens, qualifiés de barbares et de pilleurs par Polybe et d'autres auteurs à sa suite, ont frappé monnaie dans du métal de meilleure qualité que celui des monnaies du *koinon* achaien : les teneurs en argent des trioboles étoliens s'échelonnent entre 95 et 99 %.

En revanche, tout porte à croire que les ateliers des *koina* achaien et étolien bénéficiaient généralement des mêmes approvisionnements en argent à en juger par les teneurs en or et en bismuth de leurs monnaies. Ces impuretés caractéristiques de l'argent ancien évoluent dans les mêmes gammes de concentrations. L'atelier de Mégare détonne encore une fois car il a employé pour certaines de ses monnaies du métal auquel les autres ateliers achaiens n'avaient pas accès, vraisemblablement des pièces d'un autre *koinon*, le *koinon* béotien, qu'il a refondues. Il revenait donc manifestement aux ateliers du *koinon* achaien de préparer leur propre métal pour émettre des monnaies qui devaient respecter le même étalon pondéral.

26. BLET-LEMARQUAND 2017.

27. Projet franco-allemand ANR-DFG KOINON (ANR-16-FRAL-0002) coordonné par Catherine Grandjean et Fleur Kemmers.

28. GRANDJEAN, BLET-LEMARQUAND 2021.

29. GRANDJEAN, BLET-LEMARQUAND 2021.

On voit bien au travers de cette étude comment peuvent être abordées les questions de provenance³⁰ au moyen d'éléments mineurs et traces caractéristiques, ici l'or et le bismuth. Il ne s'agit pas de rechercher un éventuel gisement argentifère dont les caractéristiques chimiques seraient comparées à celles des monnaies. Une telle démarche n'aurait d'ailleurs pas forcément de sens dans des régions sans ressources minières où l'argent provenait de la refonte de monnaies ou d'objets plus anciens, comme dans l'exemple précédent. La provenance est questionnée en comparant les compositions élémentaires de différents monnayages dans un contexte historique donné, de façon à établir ou rejeter des filiations et étudier les approvisionnements. De telles recherches nécessitent encore de réunir une équipe pluridisciplinaire pour être menées à bien.

L'or de César

Les questions d'approvisionnement et de transferts de l'or monnayé ont été récemment étudiées à l'échelle de la Méditerranée occidentale, sur une période s'étendant du IV^e siècle av. n. è. au I^{er} siècle de n. è.³¹. Le cœur du projet a consisté à analyser par LA-ICP-MS un grand échantillon de monnaies d'or émises par les différents pouvoirs en place en Afrique, Grèce, Italie, Espagne et dans le monde celtique, durant la période considérée, puis à examiner les teneurs des deux traceurs des ors anciens que sont le platine et le palladium. Les données acquises grâce au projet AVREVS complètent les résultats de précédents programmes d'analyses d'or antique conduits à l'IRAMAT-CEB depuis le début des années 2000³². Les compositions ont été interprétées sur le temps long pour comprendre quelles sources d'or ont été utilisées par les différentes autorités en comparant les monnayages contemporains. La réflexion a été guidée par les textes littéraires, l'épigraphie et diverses informations numismatiques comme l'iconographie monétaire. L'étude du monnayage d'or de César³³ donne un aperçu de la démarche qui s'appuie sur l'examen des teneurs en platine et en palladium divisées par l'or pour corriger des écarts de titres.

Les monnaies d'or de César marquent une rupture dans l'histoire monétaire de Rome puisqu'elles inaugurent la frappe régulière de l'or dans le monnayage romain, avec en particulier les émissions d'Hirtius et de Plancus³⁴, toutes deux frappées à Rome, respectivement en 46 et 45 av. n. è. Dans les décennies qui avaient précédé ces monnaies émises en grand nombre, quelques émissions d'or avaient été frappées par et pour Sylla, à la fois en Orient et en Italie. D'autres monnaies du I^{er} siècle av. n. è. servent de référence pour caractériser un éventuel « or oriental » : d'une par les *lysimachi* frappés pendant les guerres mithridatiques et d'autre par les monnaies de Brutus et Cassius, émises en Orient, après l'assassinat de César.

30. Voir plus généralement BLET-LEMARQUAND *et al.* 2014b.

31. Projet AVREVS financé par la Région Centre - Val de Loire et porté par A. Suspène. Les principaux résultats ont été publiés dans SUSPÈNE *et al.* 2023a.

32. Près de 3 200 monnaies analysées, conservées pour la plupart à la BnF.

33. SUSPÈNE *et al.* 2023a.

34. RRC 466/1 ; RRC 475.

Les signatures Pt/Au et Pd/Au des monnaies d'or de César sont significativement différentes de celles des monnaies émises en Orient car l'or frappé par César, principalement à Rome, est plus riche en palladium et contient moins de platine que l'or oriental³⁵. Le fait que les deux groupes se chevauchent quelque peu rappelle que César s'est emparé d'or partout dans le monde méditerranéen au cours de ses guerres. Mais l'essentiel de ses réserves ne provenait pas de l'Orient. Les sources littéraires pointent d'ailleurs vers une autre direction, la Gaule. Or il existe une convergence entre les signatures Pt/Au et Pd/Au des monnaies d'or de César et celles des dernières monnaies de Gaule celtique et du Nord de la Gaule émises au 1^{er} siècle av. n. è³⁶. Les données analytiques sont clairement cohérentes avec les sources littéraires. César s'est manifestement emparé d'une énorme quantité d'or celtique à partir de laquelle il a fait battre des *aurei*.

Bibliographie

- ALBARÈDE *et al.* 2016 : Fr. ALBARÈDE, J. Blichert-Toft, M. Rivoal, Ph. Telouk, A glimpse into the Roman finances of the Second Punic War through silver isotopes, *Geochemical Perspectives Letters*, 2, 2016, p. 127-137.
- ALBARÈDE *et al.* 2021 : Fr. ALBARÈDE, J. Blichert-Toft, Fr. de Callataÿ, G. Davis, P. Debernardi, L. Gentelli, H. Gitler, Fl. Kemmers, S. Klein, C. Malod-Dognin, J. Milot, Ph. Télouk, M. Vaxevanopoulos, K. Westner, From commodity to money: The rise of silver coinage around the Ancient Mediterranean (sixth-first centuries BCE), *Archaeometry*, 63-1, 2021, p. 142-155.
- BARON 2023 : S. Baron, Référentiels miniers pour le traçage de l'or aux périodes anciennes, dans *AVREVS. Le Pouvoir de l'or / The Power of Gold*, A. Suspène, M. Blet-Lemarquand, Fr. Duyrat, S. Nieto-Pelletier (éd.), Scripta Antiqua, 171, Bordeaux, 2023, p. 253-271.
- BARON *et al.* 2009 : S. Baron, C. Le-Carlier, J. Carignan, A. Ploquin, Archaeological reconstruction of medieval lead production: Implications for ancient metal provenance studies and paleopollution tracing by Pb isotopes, *Appl. Geochemistry*, 24-11, 2009, p. 2093-2101.
- BARRANDON, POIRIER 1985 : J.-N. Barrandon, J. Poirier, Les méthodes d'analyse des monnaies d'or, dans *L'or monnayé I. Purification et altérations de Rome à Byzance*, C. Morisson, Cl. Brenot, J.-P. Callu, J.-N. Barrandon, J. Poirier, R. Halleux, Cahiers Ernest-Babelon, 2, Paris, 1985, p. 17-38.
- BEAUCHESNE *et al.* 1988 : F. Beauchesne, J.-N. Barrandon, L. Alves, F.B. Gil, M. Guerra, Ion beam analysis of copper and copper alloy coins, *Archaeometry*, 30-2, 1988, p. 187-197.
- BEAUCHESNE, BARRANDON 1986 : F. Beauchesne, J.-N. Barrandon, Analyse globale et non destructive des objets archéologiques cuivreux par activation avec des neutrons rapides de cyclotron, *Archéosciences, revue d'Archéométrie*, 10-1, 1986, p. 75-85.
- BERGER *et al.* 2021 : D. Berger, M. Brauns, G. Brüggmann, E. Pernicka, N. Lockhoff, Revealing ancient gold parting with silver and copper isotopes: implications from cementation experiments and for the analysis of gold artefacts, *Archaeol. Anthropol. Sci.*, 13, 143, 2021.
- BIRCH *et al.* 2019 : Th. Birch, V. Orfanou, A. Lichtenberger, R. Raja, G. Barford, C.E. Lesher, I. Schulze, W. Schulze, From nummi minimi to fulūs-small change and wider issues: characterising coinage from Gerasa/Jerash (Late Roman to Umayyad periods), *Archaeol. Anthropol. Sci.*, 11, 10, 2019, p. 5359-5376.

35. SUSPÈNE *et al.* 2023b, p. 421.

36. SUSPÈNE *et al.* 2023b, p. 422.

- BIRCH *et al.* 2020 : Th. BIRCH, Fl. KEMMERS, S. KLEIN, H.-M. SEITZ, H. HÖFER, Silver for the Greek colonies: issues, analysis and preliminary results from a large-scale coin sampling project, dans *Metallurgy in Numismatics* 6, K. SHEEDY, G. DAVIS (eds.), London, 2020, p. 97-147.
- BLET-LEMARQUAND 2017 : M. BLET-LEMARQUAND, Cécile Morrisson et l'IRAMAT - Centre Ernest-Babelon : près de 40 ans de collaboration scientifique, *BSFN*, 72-2, 2017, p. 35-41.
- BLET-LEMARQUAND 2023 : M. BLET-LEMARQUAND, The LA-ICP-MS analysis of gold coins for the AVREVS project. Method and Methodology, dans *AVREVS. Le Pouvoir de l'or / The Power of Gold*, A. SUSPÈNE, M. BLET-LEMARQUAND, Fr. DUVRAT, S. NIETO-PELLETIER (éd.), Scripta Antiqua, 171, Bordeaux, 2023, p. 27-58.
- BLET-LEMARQUAND *et al.* 2014a : M. BLET-LEMARQUAND, B. GRATUZE, J.-N. BARRANDON, L'analyse élémentaire des monnaies : adéquation entre les problématiques envisagées, les alliages étudiés et les méthodes utilisées, dans *Selbstwahrnehmung und Fremdwahrnehmung in der Fundmünzenbearbeitung. Regards croisés sur l'étude des trouvailles monétaires*, H. R. DERSCHKA, S. FREY-KUPPER, R. CUNZ (éd.), Untersuchungen zu Numismatik und Geldgeschichte, 7, Études de numismatique et d'histoire monétaire, 7, Lausanne, 2014, p. 121-146.
- BLET-LEMARQUAND *et al.* 2014b : M. BLET-LEMARQUAND, S. NIETO-PELLETIER, G. SARAH, L'or et l'argent monnayés, dans *Circulation et provenance des matériaux dans les sociétés anciennes*, Ph. DILLMANN, L. BELLOT-GURLET (éd.), Paris, 2014, p. 133-159.
- BLET-LEMARQUAND *et al.* 2017 : M. BLET-LEMARQUAND, S. NIETO-PELLETIER, A. SUSPÈNE, Fl. TÉREYGEOL, Are Platinum and Palladium Relevant Tracers for Ancient Gold Coins? Archaeometallurgical and Archaeometric Data to Study an Antique Numismatic Problem, dans *Archaeometallurgy in Europe IV*, I. MONTERO-RUIZ, A. PEREA CAVEDA (eds.), Bibliotheca praehistorica hispana, vol. XXXIII, Madrid, 2017, p. 19-28.
- BLET-LEMARQUAND, DAVIS 2022 : M. BLET-LEMARQUAND, G. DAVIS, Scientific and Technical Applications, dans *Survey of Numismatic Research 2014-2020*, M. ALRAM, J. BODZEK, A. BURSCHKE (eds.), Warsaw / Krakow / Winterthur, 2022, p. 41-54.
- BLET-LEMARQUAND, NIETO-PELLETIER 2015 : M. BLET-LEMARQUAND, S. NIETO-PELLETIER, Analyses élémentaires, métallographiques et isotopiques, dans *Survey of Numismatic Research 2008-2013*, C. ARNOLD-BIUCCHI, M. CACCAMO CALTABIANO (eds.), Taormina, 2015, p. 743-750.
- BODET 2023 : A. BODET, Greek and Roman Copper Alloy Coins (Fifth Century BC-Third Century AD): from Microstructures to Manufacturing Process, *Metallogr. Microstruct. Anal.*, 12-2, 2023, p. 349-369.
- BUTCHER, PONTING 2015 : K. BUTCHER, M. PONTING, *The Metallurgy of Roman Silver Coinage: From the Reform of Nero to the Reform of Trajan*, Cambridge, 2015.
- GRANDJEAN, BLET-LEMARQUAND 2021 : C. GRANDJEAN, M. BLET-LEMARQUAND, The Hellenistic Achaean *koinon* and its Coinage, dans *The Koina of Southern Greece: Historical and Numismatic Studies in Ancient Greek Federalism*, C. GRANDJEAN (ed.), Numismatica Antiqua, 12, Bordeaux, 2021, p. 63-76.
- GRATUZE *et al.* 2004 : B. GRATUZE, M. BLET-LEMARQUAND, J.-N. BARRANDON, Caractérisation des alliages monétaires à base d'or par LA-ICP-MS, *BSFN*, 59-6, 2004, p. 163-169.
- GUIHARD *et al.* 2018 : P.-M. GUIHARD, G. BLANCHET, A. BOCQUET-LIENARD, J.-Cl. ANGÉLQUE, E. LIÉNARD, M.-P. BATAILLÉ, J. DUPRÉ, J.-L. GABRIEL, Appréhender le stock de métal monnayé au IV^e siècle. Analyses par spectrométrie de fluorescence X portable de *nummi* provenant du trésor de Saint-Germain-de-Varreville (Manche), *Archeosciences, revue d'Archéométrie*, 2, 2018, p. 45-62.
- L'HÉRITIER *et al.* 2015 : M. L'HÉRITIER, S. BARON, L. CASSAYRE, Fl. TÉREYGEOL, Bismuth behaviour during ancient processes of silver-lead production, *J. Archaeol. Sci.*, 57, 2015, p. 56-68.

- MILOT *et al.* 2021 : J. MILOT, Chl. MALOD-DOGNIN, J. Blichert-Toft, Ph. TÉLOUK, Fr. ALBARÈDE, Sampling and combined Pb and Ag isotopic analysis of ancient silver coins and ores, *Chem. Geol.*, 564, 2021, 120028.
- MORRISSON 2020 : C. MORRISSON, Innovation et modernité du monnayage byzantin (fin ve-xve siècle), dans *De la drachme au bitcoin. La monnaie, une invention en perpétuel renouvellement*, C. GRANDJEAN (éd.), DHA suppl., 20, 2020, p. 91-106.
- MORRISSON *et al.* 1985 : C. MORRISSON, Cl. BRENOT, J.-P. CALLU, J.-N. BARRANDON, J. POIRIER, R. HALLEUX, *L'or monnayé I. Purification et altérations de Rome à Byzance*, Cahiers Ernest-Babelon, 2, Paris, 1985.
- PALAMINY *et al.* sous presse : L. DE PALAMINY, Fr. POITRASSON, S. BARON, M. BLET-LEMARQUAND, L. PERRIÈRE, Development of a multi-isotopic (Pb, Fe, Cu) analytical protocol in gold matrixes for ancient coins provenance studies, *J. Anal. At. Spectrom.*, sous presse.
- SARAH, GRATUZE 2016 : G. SARAH, B. GRATUZE, LA-ICP-MS Analysis of Ancient Silver Coins Using Concentration Profiles, *Recent Advances in Laser Ablation ICP-MS for Archaeology*, L. DUSSUBIEUX, M. GOLITKO, B. GRATUZE (eds.), Berlin/Heidelberg, 2016, p. 73-87.
- SUSPÈNE *et al.* 2023a : A. SUSPÈNE, M. BLET-LEMARQUAND, Fr. DUYPAT, S. NIETO-PELLETIER (éd.), *AVREVS. Le Pouvoir de l'or/The Power of Gold*, Scripta Antiqua, 171, Bordeaux, 2023.
- SUSPÈNE *et al.* 2023b : A. SUSPÈNE, S. NIETO-PELLETIER, M. BLET-LEMARQUAND, B. GEHRES, J. FLAMENT, Gold for a Revolution: the sources of Caesar's gold coinage, dans *AVREVS. Le Pouvoir de l'or/The Power of Gold*, A. SUSPÈNE, M. BLET-LEMARQUAND, Fr. DUYPAT, S. NIETO-PELLETIER (éd.), Scripta Antiqua, 171, Bordeaux, 2023, p. 411-430.

