



HAL
open science

Liaisons de coins et or gaulois

Gérard Aubin, Sylvia Nieto

► **To cite this version:**

Gérard Aubin, Sylvia Nieto. Liaisons de coins et or gaulois. *Revue Numismatique*, 2010, 6 (166), pp.51-70. 10.3406/numi.2010.2929 . hal-02496257

HAL Id: hal-02496257

<https://univ-orleans.hal.science/hal-02496257>

Submitted on 23 Mar 2021

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.

Gérard AUBIN*
avec la collaboration de Sylvia NIETO**

Liaisons de coins et or gaulois

Résumé – Les analyses métalliques de monnaies liées entre elles participent à la reconstitution des émissions et à leur caractérisation. Alors que l’homogénéité des résultats conforte l’idée d’une émission bien norm e, des écarts dans la composition de l’alliage peuvent donner lieu à plusieurs interprétations. Cet article examine six dossiers de résultats concernant l’or gaulois et formule des interrogations relatives à la précision des analyses et à la qualité de fabrication. Il souligne combien la durée d’une émission est un facteur important dans une éventuelle variation de composition de l’alliage. Il s’interroge ensuite sur la notion de tolérance et sur le contrôle.

Summary – The metallic analysis of coins connected between them participate in the reconstruction of monetary issues and in their characterization. While the homogeneity of the results consolidates the idea of a standardized issue, distances in the composition of the alloy can carry several interpretations. This paper examines six files of data concerning the celtic gold and wonders about the precision of analysis and the quality of manufacturing. It underlines how much the duration of an issue is an essential factor in a possible variation of composition. At last, there is a talk of the notion of tolerance and the idea of control.

Cet hommage   J.-N. Barrandon est con u comme une série d’interrogations venant à la suite de l’exposé d’une série de cas (résultats d’analyses rassemblés pour l’occasion). C’est aussi une manière de rendre compte du dialogue du couple archéomètre et archéologue (fût-il aussi numismate) qui, loin des certitudes ass n es, procède par doutes successifs et vise d’abord à poser aussi clairement que possible les questions¹.

Toute mise en évidence d’identité de coin met à l’épreuve les résultats des analyses métalliques. En effet d’une identité de coin, on infère une proximité temporelle de frappe des monnaies concernées et on tend aussi à supposer l’utilisation de flans issus d’une même coulée.

* Conservateur général du patrimoine, Ministère de la Culture et de la communication ; membre de l’UMR 6566 : Centre de Recherche en Arch ologie, Arch osciences, Histoire (Rennes, Nantes, Caen), DRAC des Pays de la Loire, 1 rue Stanislas Baudry, F-44 035 Nantes cedex 1. Courriel : gerard.aubin@culture.gouv.fr.

** Chargée de recherche, CNRS, IRAMAT, Orléans. Centre Ernest-Babelon, 3D rue de la Férollerie, F-45071 Orléans cedex 2. Courriel : nieto@cnrs-orleans.fr.

1. Cette contribution a bénéficié d’échanges avec Bernard Gratuze, aujourd’hui directeur du Centre Ernest-Babelon, avec lequel la recherche se poursuit. S. Nieto a bien voulu suivre pas à pas ma réflexion et l’enrichir, répondre avec patience à mes questions et réaliser les diagrammes ternaires utilisés ici.

La recherche de liaisons entre les monnaies et l'établissement d'une chaîne de liens visent à reconstituer l'enchaînement d'une fabrication et à agencer ainsi une émission ou une partie d'émission. On attend alors des données archéométriques qu'elles répondent à l'interrogation concernant la cohérence pondérale ou métallique de la production. Et, en matière aussi contrainte et normée que la monnaie, c'est l'homogénéité qui est espérée : une taille, un titre. En d'autres termes on attend d'abord des pesées et des analyses qu'elles confirment la réalité de l'émission telle que l'examen caractérisoscopique l'a reconstituée.

Mais est-ce aussi simple ? D'abord, il convient de souligner que l'acquisition de ces trois types de données (identité, poids, composition) relève de procédures différentes et que leurs résultats n'ont pas obligatoirement la même valeur « objective », ni la même reproductibilité. L'interprétation des résultats doit donc se faire avec prudence ou précaution.

La reconstitution d'une émission est une chose, l'estimation de sa durée est beaucoup plus compliquée et on ignore si la frappe d'un type s'étale sur quelques mois ou sur une décennie. L'épaisseur de la proximité temporelle est une inconnue.

Dès lors, ne faut-il pas formuler la question d'une autre façon et se demander plutôt en quoi les résultats d'analyse contribuent à la reconstitution d'une émission et surtout à sa caractérisation ? L'examen de différents résultats – publiés ou encore inédits – appartenant à des monnayages celtiques de l'Ouest et du Centre de la Gaule (Cénomans, Namnètes, Pictons, Arvernes) alimente la réflexion sur les normes d'une émission, sur la tolérance et sur le contrôle.

1. Six dossiers

L'exposé de six dossiers d'analyses métalliques concernant des monnaies d'or celtiques, allant de l'identité simple à la mise en évidence de plusieurs chaînes de coins au sein de dépôts monétaires, permet de caractériser l'alliage utilisé et les éventuelles variations de sa composition.

A. Une identité simple

Un rare statère présentant le différent ethnique du génie hippophore, attribué aux Namnètes, mais s'écartant de la typologie classique² est connu à deux exemplaires de mêmes coins (figure 1), l'un entré au musée Dobrée à Nantes

2. Alors qu'au droit, la tête humaine à droite entourée de cordons perlés dont l'un au moins se termine par une petite tête humaine semble proche du portrait de BnF 6732 attribuable aux Namnètes, le revers présente un type inhabituel : cheval libre, non androcéphale, surmonté de deux motifs en demi-cercle (motif dégénéré d'une Victoire), présence d'un grènetis. Ces caractères semblent empruntés aux drachmes en argent de Bridiers (Creuse), elles-mêmes inspirées des drachmes d'Ampurias.

(N-4223), en 1998³, l'autre appartenant aux collections du musée Bargoin à Clermont-Ferrand (n° 985-2-28)⁴. Leur analyse métallique a été effectuée à ma demande au Centre Ernest-Babelon, respectivement, en 2000 par J.-N. Barrandon et en décembre 2003 par B. Gratuze, mais avec deux méthodes : l'exemplaire de Nantes l'a été par activation protonique (AAP), celui de Clermont par spectrométrie de masse à plasma induit couplée à l'ablation laser (LA-ICP-MS)⁵ (tableau 1).

Tableau 1 - Composition des deux statères selon la méthode d'analyse utilisée.

Statère	Poids (g)	Méthode d'analyse	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)
Nantes n° N-4223	7,40	AAP	59,6	29,2	10,9
Clermont n° 985-2-28	7,32	LA-ICP-MS	57,3	29,5	12,8

Les résultats des composants majeurs sont identiques et indiquent l'emploi d'un même alliage pour ces deux monnaies. En outre, ils sont semblables à ceux de BnF 6732 (AUBIN, BARRANDON 1994, p. 212, série 1f).



Figure 1 - Deux statères à l'hippophore issus de la même paire de coins.

B. La série au trépied

Attribuée aux Osismes, elle est issue d'un nombre réduit de coins. Trois quarts de statère dont les résultats d'analyse sont publiés dans *L'Or gaulois* sont de la même paire de coins (AUBIN, BARRANDON 1994, p. 192 ss.). Un autre quart, également de la même paire de coins, analysé en 2006, soit près de 15 ans plus tard, mais par la même méthode (AAP) montre un aloi inférieur (tableau 2).

3. BLANCHET 1905, p. 301 n. 4, pl. II n° 22 ; G. AUBIN, J. SANTROT, Statère d'or des Namnètes trouvé près de Candé (M.-et-L.) ou d'Ancenis (L.-A.), *Bulletin de la Société archéologique et historique de Nantes et de Loire-Atlantique*, 134, 1999, p. 60-61 ; G. AUBIN, dans SANTROT *et al.* 1999, p. 102 n° 196.

4. B. FISCHER, *Les monnaies d'or gauloises*, Musée Bargoin, Clermont-Ferrand, 2000, p. 46-47.

5. Pour l'analyse des monnaies d'or, le Centre Ernest-Babelon a eu recours à l'activation protonique jusqu'en 2003, puis a commencé à utiliser concurrentement la méthode LA-ICP-MS de 2003 à 2005. Depuis 2006, l'utilisation de cette dernière est devenue quasi exclusive.

Tableau 2 - Composition des quarts de statère au trépied.

Quart de statère	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin (g)
BnF 6536	1,72	63	25,5	11,5	1,08
BnF 6537	1,79	54,1	31,1	14,8	0,97
BnF 6537A	1,81	54,7	31,6	13,6	0,99
Le Mans A 2007.0.1	1,80	48,1	36,1	15	0,86
Moyenne	1,78	55	31	13,7	0,97
Écart-type	0,04	6,12	4,34	1,6	0,09

La composition de l'alliage présente un écart plus important autour de la moyenne, notamment pour l'or.

C. Le dépôt de Challain-la-Potherie (Maine-et-Loire)

Treize statères issus d'une découverte clandestine furent saisis en 1987 et ont fait l'objet d'analyses par AAP en fin 1994-début 1995⁶. Ces monnaies, par leur typologie, appartiennent à la classe I de la série à l'hippophore, attribuée aux Namnètes. Selon le classement de S. Scheers, il s'agit de la variante a, représentée par l'exemplaire BnF 6731 (SCHEERS 1982 ; AUBIN, BARRANDON 1994, p. 206). Ils sont issus de sept coins de droit et huit de revers, mais 9 statères sur 13 sont liés entre eux (figure 2). On a déjà souligné leur homogénéité pondérale (7,35 g \pm 0,10 g) à une exception près (6,91 g). Leur homogénéité métallique est également signalée pour les mêmes douze exemplaires avec des variations relatives de \pm 2,5 %.

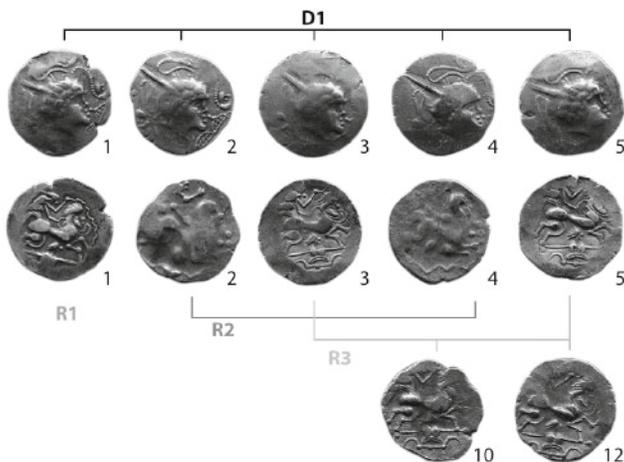


Figure 2 - Dépôt de Challain-la-Potherie : statères à l'hippophore liés entre eux (Cl. Musée départemental Dobrée, Nantes - échelle : env. 0,6)

6. Notices et photographies du dépôt dans *Bulletin de la Société archéologique et historique de Nantes et de Loire-Atlantique*, 134, 1999, p. 55-57 ; *id.* 135, 2000, p. 44-45 ; j'ai fourni une notice dans le catalogue SANTROT *et al.* 1999, p. 106, n° 205.

Si l'on s'en tient à la chaîne des monnaies liées entre elles⁷, l'homogénéité est encore plus remarquable, comme le montrent le tableau 3 et le graphique de composition métallique (figure 3).

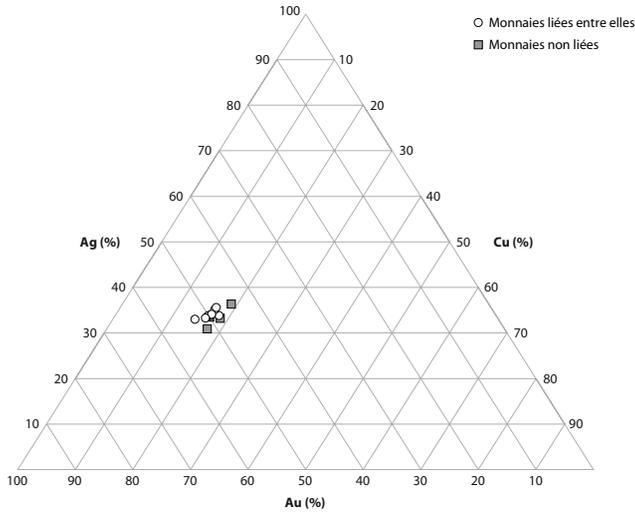


Figure 3 - Dépôt de Challain-la-Potherie : graphique de composition métallique.

Tableau 3 - Composition de neuf statères à l'hippophore, de Challain-la-Potherie, liés entre eux

Statère	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin (g)
CHALAP 1	7,33	48,00	33,70	18,00	3,51
CHALAP 2	7,34	52,60	32,90	14,20	3,86
CHALAP 3	7,25	49,75	33,70	16,20	3,60
CHALAP 4	7,42	50,00	33,70	16,10	3,71
CHALAP 5	7,37	49,20	33,70	16,60	3,62
CHALAP 9	7,39	48,15	35,00	16,60	3,55
CHALAP 10	7,26	47,60	35,50	16,60	3,45
CHALAP 11	7,43	49,20	34,00	16,60	3,65
CHALAP 12	7,44	50,70	33,20	15,90	3,77
Moyenne	7,36	49,47	33,93	16,31	3,63
Écart-type	0,07	1,55	0,82	0,99	0,13

7. Trois coins de droit : D1 (= monnaies 1, 2, 3, 4, 5) ; D5 (= 9, 10, 11) ; D6 (= 12). Quatre coins de revers : R1 (= 1) ; R2 (= 2, 4) ; R3 (= 3, 5, 10, 12) ; R7 (= 9, 11).

À l'intérieur de ce fragment de dépôt, un statère (CHALAP 8) fait exception : son poids plus faible (6,91 g), et sa teinte plus blanchâtre sont conformes à son titre inférieur (Au : 44,60 % ; Ag : 36,20 % ; Cu : 18,90 %). Dans la mesure où il n'est, pour l'instant, lié à aucune autre monnaie analysée, on ne peut dire si ce produit annonce l'altération qui affecte les émissions suivantes de ce monnayage, ou s'il illustre un contrôle défaillant.

D. Le dépôt de Chevanceaux (Charente-Maritime)

Le dépôt monétaire de Chevanceaux est composé de 62 statères appartenant à deux séries : la série A, à la tête dite armoricaine, est attribuée aux Pictons ; la série B, à la tête dite aquitanique, est attribuée aux Santons. L'étude des coins a permis de constituer trois chaînes : deux (KI, KII) pour la série A (figure 4) ; une (KIII) pour la série B (figure 5). On se reportera à son édition dans *L'Or gaulois* (BARRANDON *et al.* 1994, p. 269-361) pour le détail des analyses qui peuvent être synthétisées ainsi (tableau 4) :

Tableau 4 - Composition des statères pictons (chaînes K I, K II) et santons (chaîne K III) de Chevanceaux.

K I 12 ex. (n ^{os} 1-12)	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin (g)
Extrêmes	6,59-6,82	31,8-35,9	32,9-54,1	13,1-31,8	2,13-2,42
Moyenne	6,73	33,8	39,7	26,5	2,27
Médiane	6,74	33,45	38,15	28,45	2,25
Écart-type	0,07	1,28	5,48	5,21	0,08

K II 34 ex. (n ^{os} 13-46)					
	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin (g)
Extrêmes	6,54-6,89	29,6-36,3	31,7-46	21,7-33	2,02-2,41
Moyenne	6,71	33,2	39,7	27,1	2,23
Médiane	6,70	33,05	39	27,65	2,235
Écart-type	0,08	1,62	3,37	2,88	0,10

K III 4 ex. (n ^{os} 53-56)					
	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin (g)
Extrêmes	6,55-6,72	31,8-33,8	25,2-31,2	35-41	2,12-2,27
Moyenne	6,63	33,05	28,5	38,45	2,19
Médiane	6,625	33,3	28,8	38,9	2,185
Écart-type	0,07	0,96	2,49	2,61	0,06

Dans leur commentaire des analyses de 52 monnaies de la série A, J. Hiernard et J.-N. Barrandon interprétaient ainsi ces données : « ... le pourcentage moyen de chaque métal entrant dans les alliages est constant : environ 33 % pour l'or, 40 % pour l'argent et 27 % pour le cuivre. Mais, si le rapport d'or contenu dans chaque pièce est dosé avec précision (de 29,6 à 36,3 % avec un écart-type de 1,6), il n'en est pas de même pour les autres métaux, pour lesquels les dispersions

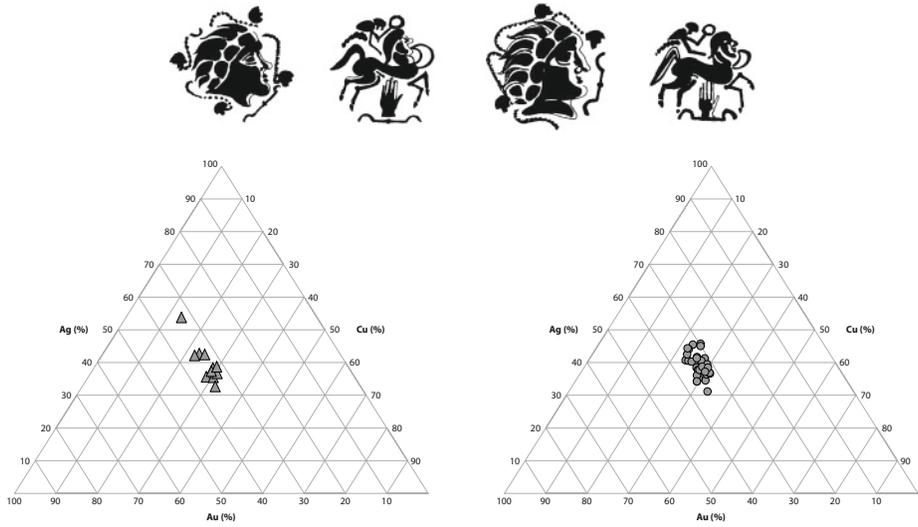


Figure 4 - Dépôt de Chevanceaux :
graphique de composition métallique de la série A : groupes KI et KII.

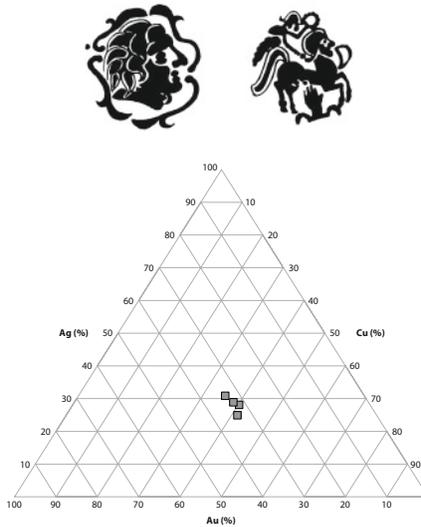


Figure 5 - Dépôt de Chevanceaux :
graphique de composition métallique de la série B : groupe KIII.

autour de la moyenne sont plus grandes, comme l’indiquent les écarts-types (de 31,7 à 54,1 pour l’argent avec un écart-type de 4,14 et de 13,1 à 37,9 pour le cuivre avec un écart-type de 4,02).»

Pour la série B, le constat était identique : un dosage précis de l’or et une dispersion très grande pour les autres métaux. Toutefois, nos collègues relevaient que les écarts-types étaient plus faibles dans les chaînes que dans les groupes de monnaies non liées (BARRANDON *et al.* 1994, p. 285-289).

E. Les statères de Vercingétorix

Sur 12 statères au nom de Vercingétorix analysés par S. Nieto dans le cadre de sa thèse (NIETO 2003, p. 31-37), 5 de la série 1B1 (mèches sur la nuque au droit ; cheval à gauche au revers), sont liés entre eux (tableau 5).

Tableau 5 - Composition des statères de Vercingétorix (série 1B1)

Statère	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin
BnF 3774	7,44	47,4	35,6	16,9	3,53
BnF 3778	7,43	52,9	31,5	15,5	3,93
BnF 3779	7,42	54,1	31,6	14,2	4,01
BnF 3780	7,38	53,8	31,1	15,1	3,97
MAN 45	7,49	52,9	32,3	14,8	3,96
Moyenne	7,43	52,2	32,4	15,3	3,88
Écart-type	0,04	2,75	1,83	1,01	0,20

S. Nieto a souligné l’homogénéité pondérale et métallique des monnaies au nom de Vercingétorix : « le poids moyen est de 7,37 g ($\pm 0,04$ g) et le titre moyen peu élevé de 52,7 % varie légèrement entre 47,4 % et 54,8 % » (NIETO 2003, p. 36). Les résultats sont un peu plus resserrés au sein de la série 1B1 (figure 6).

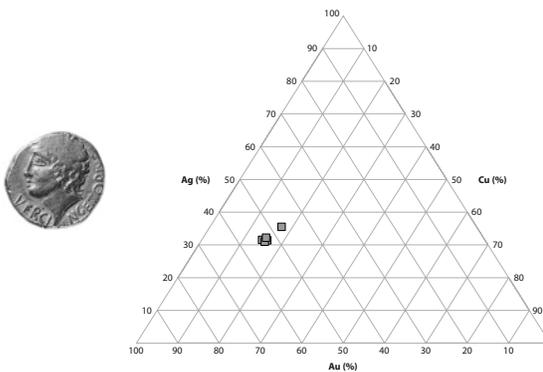


Figure 6 - Statères de Vercingétorix : graphique de composition métallique (série1B1).

F. Le dépôt des Sablons, Le Mans (Sarthe)

Le dépôt monétaire des Sablons se compose de 152 statères en or allié dont deux séries à la boucle sur la joue (132 exemplaires) sont attribuées aux Aulerques cénomans. L'étude des coins a permis d'identifier, au sein d'une de ces séries – dont le revers porte à l'exergue un personnage tenant deux objets – trois chaînes principales de coins :

- Chaîne 1 : 5 coins de droit et 13 de revers pour 27 exemplaires dont 17 analysés ;
- Chaîne 2 : 7 coins de droit et 10 de revers pour 37 exemplaires dont 24 analysés ;
- Chaîne 4 : 3 coins de droit et 4 de revers pour 7 exemplaires dont 6 analysés.

Les résultats des analyses sont détaillés dans la publication de ce dépôt (AUBIN, BARRANDON, LAMBERT à paraître). Un tableau (tableau 6) et trois graphiques (figure 7) en résument les données.

Tableau 6 - Composition des statères cénomans (chaînes 1, 2, 4) des Sablons, Le Mans.

Chaîne 1 17 ex.	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin (g)
Extrêmes	7,49-7,66	39,7-56,3	31,9-44,2	11,7-15,8	3,01-4,24
Moyenne	7,59	48,8	37,1	13,8	3,70
Médiane	7,59	47,5	37,5	13,4	3,61
Écart-type	0,05	4,21	3,29	1,26	0,32

Chaîne 2 24 ex.	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin (g)
Extrêmes	7,45-7,67	46,1-57,4	30,4-41,2	11,9-15	3,50-4,35
Moyenne	7,58	49,78	35,89	13,99	3,77
Médiane	7,58	49,75	35,625	14,1	3,78
Écart-type	0,05	2,52	2,37	0,78	0,20

Chaîne 4 6 ex.	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin(g)
Extrêmes	7,51-7,58	45,5-48,2	37,4-38,7	12,85-15,5	3,43-3,64
Moyenne	7,56	47,02	38,02	14,62	3,55
Médiane	7,56	47,15	37,95	14,9	3,56
Écart-type	0,02	1,01	0,59	0,98	0,08

Dans notre commentaire détaillé, nous soulignons que les résultats globaux témoignent d'une stabilité de l'alliage utilisé, même si nous avons bien relevé quelques écarts, peu nombreux qui n'affectent pas la moyenne.

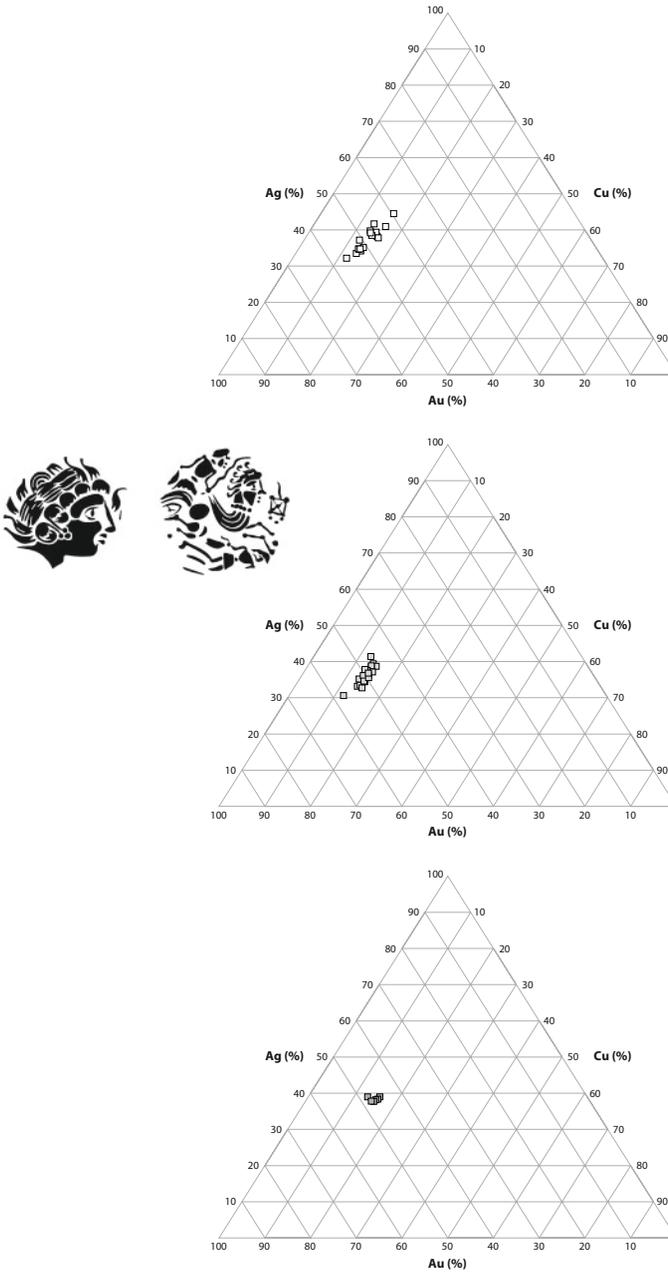


Figure 7 - Dépôt des Sablons, Le Mans : graphiques de composition métallique des chaînes 1, 2 et 4.

2. Questions et débats

La comparaison des données chiffrées issues de ces six dossiers suscite naturellement des discussions et des hypothèses concernant le poids et le titre, et des interrogations sur la capacité technique des Anciens à y accéder.

A. Les données pondérales

Tableau 7 - Synthèse des données pondérales (poids en g)⁸.

Série	Attribution ethnique	n	Extrêmes	Étendue	Moyenne	Médiane	Écart-type
Au trépiéd	Osismes	4	1,72 – 1,81	0,09	1,78	1,795	0,04
Hippophore - cl. I	Namnètes	9	7,25 – 7,44	0,19	7,36	7,37	0,07
Vercingetorix - 1B1	Arvernes	5	7,38 – 7,49	0,11	7,43	7,43	0,04
À la main - K I	Pictons	12	6,59 – 6,82	0,23	6,73	6,74	0,07
À la main - K II	Pictons	34	6,54 – 6,89	0,35	6,71	6,70	0,08
À la main - K III	Santons	4	6,55 – 6,66	0,11	6,63	6,625	0,07
Personnage aux 2 objets - Chaîne 1	Cénomans	27	7,51 – 7,66	0,15	7,59	7,60	0,04
Personnage aux 2 objets - Chaîne 2	Cénomans	37	7,45 – 7,67	0,22	7,59	7,60	0,05
Personnage aux 2 objets - Chaîne 4	Cénomans	7	7,51 – 7,58	0,07	7,56	7,56	0,02

Le tableau 7 synthétisant les données pondérales des séries examinées permet d'apprécier la faible dispersion des valeurs observées. La valeur de l'écart-type est toujours faible. Certes, pour certaines séries, la taille de l'échantillon est réduit.

Mais dans les échantillons importants, par exemple chez les Aulerques cénomans, les résultats de l'ensemble de la série au personnage tenant deux objets, totalisant 118 exemplaires (soit 47 s'ajoutant aux 71 mentionnés dans le tableau 7), sont aussi très homogènes (tableau 8).

Tableau 8 - Les données pondérales de la série au personnage tenant deux objets dans le dépôt monétaire des Sablons, Le Mans (poids en g).

Série	Attribution ethnique	n	Extrêmes	Étendue	Moyenne	Médiane	Écart-type
Personnage aux 2 objets	Cénomans	118	6,98 (1 ex.) 7,42 – 7,67	0,25 (117 ex.)	7,57	7,58	0,077

8. Pour le dépôt des Sablons, les données pondérales figurés dans le tableau 7 de synthèse concernent l'ensemble des exemplaires des chaînes, à la différence du tableau 6 qui ne retient que les données des monnaies analysées. Les résultats sont d'ailleurs très proches, voire identiques.

L'intervalle interquartile (c'est-à-dire la moitié centrale de l'échantillon) est de 7,55-7,61 g, soit un écart de 0,06 g ; nous avons une concentration de 95 statères (soit 80 % de l'échantillon) entre les bornes 7,50 et 7,64 g. Une seule valeur aberrante est à signaler, celui de Sablons 152 pesant 6,98 g, poids très faible que l'état d'usure moyen de la monnaie ne suffit pas à expliquer. Il pourrait s'agir d'un exemplaire ayant échappé au contrôle.

Nous en concluons que les flans sont calibrés et que leur production est bien maîtrisée voire contrôlée, d'autant que les valeurs observées sont celles de monnaies frappées et qui ne sont plus neuves. Lors de la frappe, la dureté du métal a provoqué des éclatements et donc une perte de matière (nous avons noté des éclats sur 35 exemplaires). Par ailleurs, l'usure, rarement homogène, peut être un facteur de fluctuation.

B. L'alliage

Deux tableaux (tableaux 9 et 10) facilitent la comparaison des données rassemblées *supra*. Auparavant, il faut rappeler une précaution méthodologique. Établir une identité de coin et mesurer une composition sont deux démarches de nature différente. Dans un cas, il s'agit d'une comparaison visuelle, qu'on pourrait qualifier « d'objective », ce qui n'exclut pas les erreurs mais le résultat en est aisément et facilement vérifiable par chacun. Dans l'autre cas, la mesure est celle de radio-isotopes qui fournissent indirectement une composition et donc une approche d'une réalité complexe. On sait que l'analyse par activation protonique mesure l'argent et le cuivre, mais pas l'or dont le pourcentage est obtenu indirectement par soustraction, valeur cumulant ainsi l'imprécision de deux mesures. En revanche, la méthode LA-ICP-MS mesure directement l'or.

À l'hétérogénéité toujours possible de l'alliage s'ajoutent les aléas propres à toute mesure, qu'ils viennent de la méthode utilisée ou de sa mise en œuvre, c'est-à-dire des conditions de manipulation. D'ailleurs, même si cela n'apparaît pas dans les tableaux de résultats, l'archéomètre spécifie que la précision des mesures est de 5 % relatifs⁹. Enfin, l'analyse métallique en théorie reproductible ne l'est pas facilement en pratique : dans l'activation, on doit respecter un temps de latence entre les irradiations, veiller à l'homogénéité des havars utilisés, éviter leur réutilisation, etc. ; dans le cas de la méthode LA-ICP-MS, on ne peut indéfiniment effectuer des prélèvements fussent-ils microscopiques et non décelables à l'œil nu.

9. « Cette méthode [activation protonique] non destructive donne des résultats justes et d'une précision relative de 5 %. » (Barrandon, RHMC, 50-1, 2003/1, p. 206-216). En fait, cette précision relative porte sur les métaux majeurs moins l'or. Ainsi, dans le cas d'un or à 40 %, la précision se calcule sur 60 %, et s'exprime en 40 % ± 3 %. Si la mesure du poids était affectée de la même imprécision, un résultat de 7,50 g serait compris entre 7,12 g et 7,87 g. On hésiterait alors au vu d'une série de données comprises dans cet intervalle à conclure à une homogénéité des poids, alors qu'elle est bien réelle.

Tableau 9 - Synthèse des teneurs en or de l'alliage.

Série	Attribution ethnique	n	Extrêmes	Étendue	Moyenne	Médiane	Écart-type
Au trépiéd	Osismes	4	48,1 – 63	14,9	55	54,4	6,12
Hippophore - cl. 1	Namnètes	9	47,6 – 52,6	5	49,47	49,20	1,55
Vercingetorix - 1B1	Arvernes	5	47,4 – 54,1	6,7	52,2	52,9	2,75
À la main - K I	Pictons	12	31,8 – 35,9	4,1	33,8	33,45	1,28
À la main - K II	Pictons	34	29,6 – 36,3	6,7	33,2	33,05	1,62
À la main - K III	Santons	4	31,8 – 33,8	2	33,05	33,3	0,96
Personnage aux 2 objets - Chaîne 1	Cénomans	17	39,7 – 56,3	16,6	48,8	47,5	4,21
Personnage aux 2 objets - Chaîne 2	Cénomans	24	46,1 – 57,4	11,3	49,78	49,75	2,52
Personnage aux 2 objets - Chaîne 4	Cénomans	6	45,5 – 48,2	2,7	47,02	47,15	1,01

Tableau 10 - Synthèse des écarts-types.

Série	Attribution ethnique	n	Poids (g)	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)	Poids de fin (g)
Au trépiéd	Osismes	4	0,040	6,12	4,34	1,60	0,09
Hippophore - cl. 1	Namnètes	9	0,070	1,55	0,82	0,99	0,13
Vercingetorix - 1B1	Arvernes	5	0,04	2,75	1,83	1,01	0,20
À la main - K I	Pictons	12	0,07	1,28	5,48	5,21	0,08
À la main - K II	Pictons	34	0,08	1,62	3,37	2,88	0,10
À la main - K III	Santons	4	0,07	0,96	2,49	2,61	0,06
Personnage aux 2 objets - Chaîne 1	Cénomans	17	0,05	4,21	3,29	1,26	0,32
Personnage aux 2 objets - Chaîne 2	Cénomans	24	0,05	2,52	2,37	0,78	0,20
Personnage aux 2 objets - Chaîne 4	Cénomans	6	0,02	1,01	0,59	0,98	0,08

Les résultats sont assez contrastés. On peut les apprécier au regard du degré de précision de la méthode d'analyse, en les regroupant de part et d'autre d'une valeur de l'écart-type fixée à 2,5. On rappellera que si l'on ajoute puis retranche à la moyenne un nombre égal à deux fois l'écart-type, on obtient les bornes d'un intervalle qui comprend 95 % de la population statistique.

En nous en tenant à l'or, les écarts-types les plus faibles (0,96 à 1,62) concernent les monnaies liées issues de trois monnayages : série à l'hippophore, série à la main, et une part de la série au personnage tenant deux objets (chaîne 4). En position médiane (écart-type de 2,52, 2,75), on trouve une série de monnaies de

Vercingétorix et une partie de la série au personnage tenant deux objets (chaîne 2). Enfin, deux groupes fournissent un écart-type plus élevé : la série de quarts de statère au trépied (6,12) et la chaîne 1 de la série au personnage tenant deux objets (4,21). Ce sont ces deux derniers groupes qui doivent retenir notre attention dans la mesure où les écarts constatés dans la composition de l'alliage sont susceptibles de plusieurs interprétations.

En effet, ces résultats dont l'écart-type indique l'hétérogénéité peuvent mettre en jeu des explications liées soit à l'analyse, soit à la fabrication. Les deux cas évoqués permettent de faire le tour des possibilités.

a. La précision des analyses

En raison des précautions rappelées *supra*, nous pensons qu'il ne faut pas se focaliser sur les valeurs extrêmes mais s'attacher aux valeurs moyennes et médianes dont la similitude est tout à fait convaincante.

Observons le détail du titre des monnaies des chaînes 1 et 2 du dépôt du Mans. Dans la première, les deux valeurs extrêmes (39,7 % et 56,3 %) sont isolées et distantes de plusieurs points de leurs voisines (43,1 % et 53,4 %). Si on les excluait du calcul, l'étendue tomberait de 16,6 à 10,3 et l'écart-type de 4,21 à 3,22. Dans la chaîne 2, un résultat se trouve aussi à l'écart, celui de 57,4 %, le plus proche étant 52,9 % ; son exclusion ramènerait l'étendue de 11,3 à 6,8 et l'écart-type de 2,52 à 1,97. Précisons que ces exclusions ne modifieraient que marginalement la moyenne et pas du tout la médiane. Il convient toutefois de s'y arrêter et de s'interroger sur la validité de ces résultats extrêmes en raison de la distorsion entre poids et composition : le poids de 7,59 g est élevé pour un titre de 39,7 % (Sablons 149) et à l'inverse celui de 7,54 g est un peu faible pour un titre de 56,3 % (Sablons 63).

Ces observations ne remettent pas en cause la méthode dont on a pu mesurer la fiabilité, encore tout récemment sur un statère au cercle perlé que j'attribue aux Namnètes et analysé à deux reprises à Orléans, par deux méthodes, une première fois par J.-N. Barrandon en 2006 (activation protonique) et une seconde par B. Gratuze, en mars 2008 (LA-ICP-MS). Un tableau des résultats des composants majeurs permet de constater leur bonne concordance¹⁰.

Tableau 11 - Composition d'un même statère selon la méthode d'analyse utilisée.

Méthode d'analyse	Au (%)	Ag (%)	Cu (%)
AAP	34,7	42,1	22,6
LA-ICP-MS	34,5	40,6	24,5

10. AUBIN, BARRANDON, NIETO 2009. La deuxième analyse avait pour objectif de mesurer la composition d'un nodule de cuivre inclus accidentellement dans le flan.

Mais on ne peut exclure deux phénomènes influant sur la mesure : d'une part, une variation de la teneur en or entre la surface et le cœur de la pièce ; d'autre part des problèmes d'expérimentation, notamment lors de la réalisation sur de grandes séries¹¹. C'est pourquoi les conclusions doivent être fondées sur un nombre important d'individus et l'analyse des résultats et leur interprétation doivent être faites en commun par l'archéomètre et l'archéologue.

b. La qualité de la fabrication

La première possibilité serait d'évoquer *une relative indifférence au titre*. L'émetteur se préoccuperait d'abord du poids, puis de la couleur, notions sensibles et appréciables par l'utilisateur. Nous ne le pensons pas car, si l'empirisme avait commandé, les variations seraient alors plus nombreuses et affecteraient toutes les séries. La conclusion générale du volume *L'Or gaulois* souligne que « le désordre métallique ne régnait pas dans la pratique des différents peuples gaulois » (BARRANDON *et al.*, 1994, p. 364). Le parallélisme des évolutions typologiques et métalliques a conduit à isoler des phases au sein du processus d'altération de l'or. Rappelons que dans le « mode picton », le titre est fixé autour de 33 % et que l'argent et le cuivre sont variables. Pour ma part, je serais enclin, aujourd'hui, en m'attachant à la notion d'émission, à aller plus loin encore en ce qui concerne la fixation du titre et son contrôle. Par émission, il faut entendre une production continue, dans un laps de temps déterminé, résultant d'une décision d'une autorité émettrice qui en définit les normes.

La durée d'une émission est un facteur important dans une éventuelle variation de la composition de l'alliage. La contemporanéité d'utilisation déduite de liaisons de coins, pour fréquente qu'elle soit, n'est pas automatique ; elle peut subir des exceptions, par exemple dans le cas d'émissions restreintes mais répétées¹². À Athènes, au II^e et au début du I^{er} siècle av. J.-C., les coins de droit des tétradrachmes sont généralement utilisés pendant 3 ou 4 mois, 4 à 5 mois en période de moindre production, mais des exceptions, peu nombreuses, existent. Sur environ 1000 coins, 41 ont duré 7 mois ou plus. Les coins de drachmes ont une durée plus longue : 14 sur 107 dépassent les 7 mois d'utilisation (MØRKHOLM 1983). G. Le Rider cite le cas de l'atelier de Sidon qui, entre 333/32 et 324/23, utilise 9 coins de statère dont un pendant quatre ans (LE RIDER 2003, p. 196, 202). La durée pluriannuelle implique le plus souvent l'utilisation d'une seule paire de coins et donc un monnayage d'ampleur réduite. Une longue durée d'utilisation

11. Rappelons toutefois que l'étalonnage de la machine est vérifié régulièrement.

12. Le rythme irrégulier de la production monétaire dans l'Antiquité est bien mis en évidence, à la suite des travaux de T. Hackens. Sauf exception des très grands monnayages, les émissions d'or semblent répondre à des besoins précis. En Gaule, on relèvera l'exceptionnel intérêt documentaire des séries au nom de Vercingétorix : les 27 exemplaires recensés sont issus de 11 coins de droit et 10 coins de revers, pour une période sans doute inférieure à un an.

d'un coin pourrait ainsi rendre compte d'une variation du titre. Cela pourrait être le cas de la série au trépied, attribuée aux Osismes, dont le nombre de coins actuellement identifiés est faible.

L'approvisionnement de l'atelier est parfois évoqué. Dans un cas semblable de variabilité concernant l'or romain entre 270 et 276¹³, J.-N. Barrandon et S. Estiot concluaient « que la frappe quotidienne au sein d'un atelier se faisait à partir d'alliages de composition variable, de sources diverses, sans doute à partir de lingots de provenance extérieure à l'atelier. » (ESTIOT 1999, p. 384). Cet argument, sans doute valable pour des périodes de désordre monétaire (nous sommes avant la réforme de 274) ne peut sans doute être généralisé. Toutefois, l'édition du dépôt monétaire des Sablons souligne la hâte qui semble avoir présidé à la frappe de la série au personnage tenant deux objets, hâte déduite de l'utilisation prolongée des coins, allant jusqu'à leur incision quand ils étaient émoussés. Cette contrainte des délais pouvait-elle aussi emporter le recours à des expédients métalliques ? Qu'une des composantes de l'alliage vienne à être en quantité insuffisante et on l'aurait compensée tant bien que mal ? En d'autres termes, le désordre de la frappe aurait pour répondant le désordre métallique. Mais cette hypothèse nous paraît difficile à retenir car nos résultats seraient, dans un tel cas, beaucoup plus dispersés.

L'organisation du travail entre naturellement en ligne de compte. Un atelier est toujours à la merci d'une erreur et d'une défaillance d'un personnel lors de la préparation de l'alliage, voire d'une fraude. Avait-on les moyens de les déceler et d'y remédier ?

C. Tolérance et contrôle

Laissons les exceptions et revenons à nos moyennes. En dépit des réserves que nous formulons, nous sommes convaincus que les émissions que nous avons reconstituées et scrutées répondaient, comme toute production de masse, à une commande, avec des exigences quantitatives et qualitatives, ce que nous appelons aujourd'hui un « cahier des charges » fixant le poids, le titre et la quantité. Mais quelle était la tolérance et quels moyens avait-on de la contrôler ? Cela revient à poser la question du degré de précision des mesures antiques.

R. Bogaert a réuni les textes relatifs à l'essai des monnaies dans l'antiquité, essentiellement dans le monde grec et en a décrit les techniques (BOGAERT 1976). J. Andreau a aussi consacré un bref et dense exposé aux opérations effectuées par les *nummularii*, les essayeurs-changeurs du monde romain (ANDREAU 1987,

13. 19 analyses de monnaies d'or d'Aurélien, de l'atelier de Milan (mi 272-fin 272) et de la même paire de coins. Les valeurs extrêmes du titre sont 81,03 et 92,47, soit une étendue de 11,44.

p. 521-525). Enfin, R. Halleux a rassemblé textes et traductions relatifs aux méthodes d'essai et d'affinage des alliages aurifères (HALLEUX 1985). Le lecteur est invité à s'y reporter. J'en extrais seulement quelques éléments en supposant que ces techniques, dès lors qu'elles étaient accessibles dans l'aire méditerranéenne, pouvaient aussi être connues et utilisées dans le monde celtique, même si cela ne signifie pas qu'elles étaient couramment employées¹⁴. L'essayeur faisait appel, selon Epictète, à la vue, au toucher, à l'odorat et à l'ouïe : examiner, tâter, faire sonner, sentir les monnaies, autant de procédés empiriques nés de l'expérience. J. Guey¹⁵ l'a rapporté pour les techniciens de la Monnaie de Paris au XX^e siècle. R. Halleux insiste à son tour : «... on se souviendra que ces techniques ne sont pas standardisées. Tout y est affaire de main. Le coup d'œil et le savoir faire de l'ouvrier suppléent souvent aux insuffisances de la technique.» (HALLEUX 1985, p. 40).

Le contrôle du poids était sans doute le plus facile et devait s'effectuer à l'aide d'un trébuchet. En outre, des balances à tare fixe sont connues pour l'époque romaine (à partir de la période tardo-républicaine), outils destinés à peser rapidement des monnaies de poids déterminé et à vérifier ainsi leur conformité avec un étalon (FEUGÈRE *et al.* 1996). Mais dans un atelier, on avait sans doute recours à l'échantillonnage. On peut se demander si deux cas aberrants rencontrés dans nos dépôts – le statère Challain 08 avec un poids de 6,91 g pour une médiane de 7,37 g et le statère Sablons 152 avec un poids de 6,98 g pour une médiane de 7,58 g – n'étaient pas des « ratés » du contrôle qui, paradoxalement, militeraient en faveur de son existence.

Le contrôle du titre était plus délicat. Parmi les moyens utilisés, nous nous en tiendrons à la pierre lydienne – ou pierre de touche –, attestée depuis 550-525 av. J.-C., dont le degré de précision serait d'un carat (soit 1/24^e ou 4,16 %) selon Pline l'Ancien¹⁶. Au XVI^e siècle, Agricola confirme que les 24 aiguilles d'un jeu de touchaux diffèrent à chaque fois d'un carat¹⁷.

14. De même, il faut sans doute différencier la capacité technique du contrôle et l'intérêt qu'il y avait à le mettre en œuvre.

15. « Chose surprenante, certains techniciens de la Monnaie de Paris sont aujourd'hui capables, m'a assuré M. Dauré, chef du contrôle, de reconnaître d'après la couleur, si le titre d'une lame (sortie de la lingotière) est inférieur ou supérieur à la tolérance de fabrication : écart 832-838 %. L'analyse chimique avère quasi toujours le jugement du technicien. » (GUEY 1974, p. 624, n. 3).

16. Une pierre de touche a été découverte dans une aire de grillage du minerai aux Fouilloux (Jumilhac, Dordogne), mine d'or du Limousin exploitée au deuxième âge du Fer, du III^e siècle av. J.-C. Une photographie au microscope électronique à balayage révèle de fines traces d'or à sa surface (CAUJET 1999, p. 59 fig. 47 ; *Archéologia*, 306, nov. 1994, p. 24 ; *Pallas*, 67, 2005, p. 249).

17. Les auteurs divergent sur la précision atteinte par l'emploi de la pierre de touche : 1/2 carat, 1/6 carat voire moins. Les résultats les plus satisfaisants sont obtenus pour les alliages contenant 50 à 75 % d'or pur, mais « les essayeurs modernes emploient des réactifs pour examiner les traces sur la pierre de touche, ce qui augmente l'efficacité de l'examen (BOGAERT 1976, p. 11). En outre, la présence d'une grande quantité de cuivre la rend moins efficace. S'agissant d'un alliage ternaire

Pour l'époque médiévale, un document de 1427 indique pour les saluts d'or d'Henry VI à 24 carats une tolérance d'un quart de carat, soit 1,04 % (BOMPAIRE, DUMAS 2000, p. 453, 463). Un compte de la Monnaie de Saint-Quentin, permet de constater que l'écharceté du titre des écus à la couronne de 1437-1439 dépasse le remède toléré (1/4 carat) de 1/32^e de carat (Id., p. 493-495). Mais ces contrôles, réalisés a posteriori par l'administration centrale, devaient recourir aux essais destructifs, par exemple la coupellation.

On aura remarqué que le contrôle, tel qu'il est généralement relaté pour l'Antiquité, est d'abord celui des espèces en circulation (détermination des pièces étrangères, élimination des monnaies rognées, grattées ou falsifiées) à destination des usagers. Mais comment fonctionnait le contrôle au sein des ateliers monétaires, qu'il s'agisse d'un contrôle interne de la production ou d'un contrôle externe de la livraison par le commanditaire ? Existait-t-il des essayeurs publics ? R. Bogaert nous dit ne pas savoir s'il y en avait dans les ateliers monétaires en Grèce, mais que certains exerçaient à l'agora d'Athènes et au Pirée, en 375/4, à la disposition du public et notamment des armateurs et des marchands (BOGAERT 1976, p. 20-24). On songera aussi au traité monétaire entre Mytilène et Phocée, au début du IV^e siècle av. J.-C, prévoyant que le magistrat chargé de veiller au bon alliage de l'or et de l'argent, pouvait être poursuivi et recevoir un châtement pouvant aller jusqu'à la peine de mort si la falsification n'était pas une négligence mais intentionnelle (NICOLET 2002, p. 77, 194-195).

Conclusion

Le Cahier Ernest-Babelon 6, davantage préoccupé par la notion d'évolution que par celle d'émission, avait déjà constaté, à travers trois dossiers et trois regards (S. Scheers pour les imitations ; G. Aubin pour les monnayages armoricains ; J. Hiernard pour le trésor de Chevanceaux) que « le désordre métallique ne régnait pas dans la pratique monétaire des différents peuples gaulois ». Les analyses effectuées depuis 1994 et réunies dans ce nouveau dossier confirment la cohérence des nouvelles séries examinées et soutiennent la proposition de les qualifier d'émissions. De même qu'on ne peut réfuter l'existence d'un étalon pondéral, en dépit de quelques ratés, de même ne peut-on écarter celle d'un titre imposé. Les quelques discordances décelées s'expliquent tout autant par de possibles déficiences expérimentales, des hétérogénéités d'alliage que par des pratiques d'atelier – erreurs ou fraudes. Les analyses, utilisées avec discernement, sont désormais un outil complémentaire à la caractérisation pour reconstituer une émission et en définir les normes.

avec argent et cuivre en proportions inégales, il faut un jeu de touchaux de 37 aiguilles (HALLEUX 1985, p. 72, n. 28 bis). En s'en tenant à un écart d'un carat, pour un or allié à 50 % (soit 12 carats), la mesure obtenue varierait entre 45,8 % et 54,16 %, soit une étendue de 8,36.

Mais, au-delà de leur contribution à caractériser une émission, en fournissant une valeur approchée du titre, les analyses métalliques pourraient-elles, à l'avenir, apporter des précisions sur l'organisation du travail (peut-on isoler différentes coulées ?) ou sur les exigences du « cahier des charges » (peut-on évaluer la tolérance admise et, par voie de conséquence, le degré de contrôle ?). En d'autres termes, la question s'adressant à nos collègues archéomètres, pourrait-on, dans la mesure, distinguer l'incertitude liée à la méthode d'analyse et la tolérance liée à l'imprécision de la technique de fabrication ?

Bibliographie

- ANDREAU 1987 : J. ANDREAU, *La vie financière dans le monde romain : les métiers de manieurs d'argent (iv^e siècle av. J.-C. – iii^e siècle ap. J.-C.)*, BEFAR, 265, École française de Rome, 1987, VIII-792 p., pl. h.-t.
- AUBIN, BARRANDON 1994 : G. AUBIN, J.-N. BARRANDON, Les monnayages armoricains, dans BARRANDON *et al.* 1994, p. 141-267, pl. V-VIII.
- AUBIN, BARRANDON, NIETO 2009 : G. AUBIN avec la contribution de J.-N. BARRANDON, S. NIETO, Un statère namnète au cercle perlé provenant des Côtes-d'Armor (France), dans J. VAN HEESCH, I. HEEREN (éd.), *Coinage in the Iron Age. Essays in honour of Simone Scheers*, Spink, London, 2009, p. 25-30.
- AUBIN, BARRANDON, LAMBERT à paraître : G. AUBIN, J.-N. BARRANDON, Cl. LAMBERT, Le dépôt monétaire des Sablons, Le Mans (Sarthe) : 152 statères gaulois en or allié. *Trésors monétaires*, XXIV.
- BARRANDON *et al.* 1994 : J.-N. BARRANDON, G. AUBIN, J. BENUSIGLIO, J. HIERNARD, D. NONY, S. SCHEERS, *L'or gaulois : le trésor de Cheveanceaux et les monnayages de la façade atlantique*, Cahiers Ernest-Babelon, 6, CNRS Éditions, Paris, 1994, 408 p.
- BLANCHET 1905 : A. BLANCHET, *Traité des monnaies gauloises*, Leroux, Paris, 1905, 650 p., pl. I-IV [repr. Bologne, Forni, 1983].
- BOGAERT 1976 : R. BOGAERT, L'essai des monnaies dans l'antiquité, *RBN*, CXXII, 1976, p. 5-34.
- BOMPAIRE, DUMAS 2000 : M. BOMPAIRE, Fr. DUMAS, *Numismatique médiévale. Monnaies et documents d'origine française*, L'atelier du Médiéviste, 7, Brepols Publishers, Turnhout, 2000, 687 p.
- CAUJET 1999 : B. CAUJET, L'exploitation de l'or en Gaule à l'Âge du Fer, dans B. CAUJET (dir.), *L'or dans l'antiquité, de la mine à l'objet*, Actes du colloque de Limoges (nov. 1994), *Aquitania*, Supplément 9, Bordeaux, 1999, p. 31-70.
- ESTIOT 1999 : S. ESTIOT, L'or romain entre crise et restitution, 270-276 apr. J.-C. II. Tacite et Florian. *Journal des Savants*, juillet-décembre 1999, p. 335-427, pl. I-XVIII.
- FEUGÈRE *et al.* 1996 : M. FEUGÈRE, G. DEPEYROT, M. MARTIN, Balances monétaires à tare fixe. Typologie, métrologie, interprétation, *Gallia*, 53, 1996, p. 345-362.
- GUEY 1974 : J. GUEY, Problèmes statistiques à propos des monnaies romaines : des définitions légales à la publication, *BSFN*, 29, 1974, p. 622-624.
- HALLEUX 1985 : R. HALLEUX, Méthodes d'essai et d'affinage des alliages aurifères dans l'Antiquité et au Moyen Âge, dans MORRISSON *et al.* 1985, p. 39-77.

- LE RIDER 2003 : G. LE RIDER, *Alexandre le Grand. Monnaie, finances et politique*, Presses Universitaires de France, coll. Histoires, Paris, 2003, 363 p.
- MØRKHOLM 1983 : O. MØRKHOLM, The life of obverse dies in the Hellenistic period, dans C.N.L. BROOKE, B.H.I.H. STEWART, J.G. POLLARD, T.R. VOLK, *Studies in Numismatic Method presented to Philip Grierson*, Cambridge University Press, Cambridge, 1983, p. 11-21.
- MORRISON *et al.* 1985 : C. MORRISON, Cl. BRENOT, J.-N. BARRANDON, J.-P. CALLU, J. POIRIER, R. HALLEUX, *L'or monnayé I. Purification et Altérations de Rome à Byzance*, Cahiers Ernest-Babelon, 2, CNRS Éditions, Paris, 1985, 282 p.
- NICOLET-PIERRE 2002 : H. NICOLET-PIERRE, *Numismatique grecque*, Collection U Histoire, Armand Colin, Paris, 2002, 301 p.
- NIETO 2003 : S. NIETO, *La place du monnayage arverne dans les monnayages gaulois du centre et du sud de la Gaule aux 1^{er} et 2^{es} siècles av. J.-C.*, Thèse, Université Paris IV – Sorbonne, 2 vol., 2003, 577 + 205 p.
- NIETO 2004 : S. NIETO, Monnaies arvernes (Vercingétorix, Cas) en orichalque, *RN*, 160, 2004, p. 5-25.
- SANTROT *et al.* 1999 : M.-H. SANTROT, J. SANTROT, J.-Cl. MEURET (dir.), *Nos ancêtres les Gaulois aux marges de l'Armorique*, exposition Nantes, Musée Dobrée, Conseil général de Loire-Atlantique, Nantes, 1999, 2^e éd., 159 p.
- SCHEERS 1982 : S. SCHEERS, Proposition de classement des statères namnètes, *BSFN*, 37, 1982, p. 181-186.