

Caractérisation d'une production métallique par les analyses élémentaires : l'exemple des dépôts lorrains du BF IIIb (fin IX^e-début VIII^e av. J.-C.)

Cécile VEBER
(INRAP)

Les dépôts sont définis comme un ensemble d'objets, le plus souvent métalliques, déposés hors du contexte funéraire. Cette pratique reste une des caractéristiques majeures de l'âge du Bronze européen. Ce type de découvertes, nombreuses, sur l'ensemble de la période, a toujours suscité l'intérêt des chercheurs comme d'un public plus large. Ces dépôts, par leur caractère accumulatif, constituent souvent l'essentiel de la production bronzière connue. Les ensembles considérés dans ce corpus proviennent tous de Lorraine et Sarre. La plupart d'entre eux ont été trouvés à la fin XIX^e et au début du XX^e siècle. Les objets qui les constituent sont apparentés et très vite les spécialistes ont parlé d'un groupe « Sarre-Lorraine » avec l'hypothèse sous jacente d'une production locale grâce aux gisements de cuivre du Warndt (nord de la Moselle et Sarre) et du Massif des Vosges.

La découverte du dépôt de Farébersviller (Moselle) en 1991, lors d'un diagnostic à la pelle mécanique dans le cadre d'une opération d'archéologie préventive a été l'occasion de reprendre ces questions et de proposer des réponses par le biais des études techniques (Véber 2002 et 2003).

L'objectif premier de ce travail était de tenter de caractériser ce qui est appelé « groupe Sarre-Lorraine », c'est-à-dire d'en tester la réalité au travers des critères typologiques puis techniques. Au-delà, il s'agissait de proposer les moyens de caractériser une production bronzière, par l'étude des processus de formage et surtout grâce à des travaux statistiques assez poussés sur les résultats

d'analyses. Travaux dans lesquels l'observation et les comparaisons des teneurs en éléments-traces jouent un rôle important.

L'intervention réalisée dans le cadre de la table ronde s'est attachée uniquement à présenter l'utilisation des analyses élémentaires.

1. CORPUS ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Le corpus contient 300 objets de Lorraine et de la Sarre (All.) qui est frontalière de la Lorraine. Cette unité géographique de provenance est complétée par une unité chronologique puisque tous les objets sont attribués au BF IIIb, soit la fin IX^e – début VIII^e av. n. ère. Ils sont enfin issus d'un seul contexte : les dépôts.

L'étude typologique des objets a montré qu'ils étaient très proches des ensembles de l'Allemagne du sud-ouest, de Suisse Occidentale ou encore du centre-est de la France. Seuls quelques rares objets sont de typologie atlantique. Ce groupe original fait partie d'un ensemble plus vaste qui comprend les régions précédemment citées.

Cette grande homogénéité du corpus couplée à la problématique de caractérisation du groupe « Sarre-Lorraine » a poussé à faire le choix de prélèvements et d'analyses systématiques de tous les objets de chacun des dépôts du corpus. Un échantillonnage ne permettant pas une réelle comparaison des résultats à l'intérieur même des ensembles.

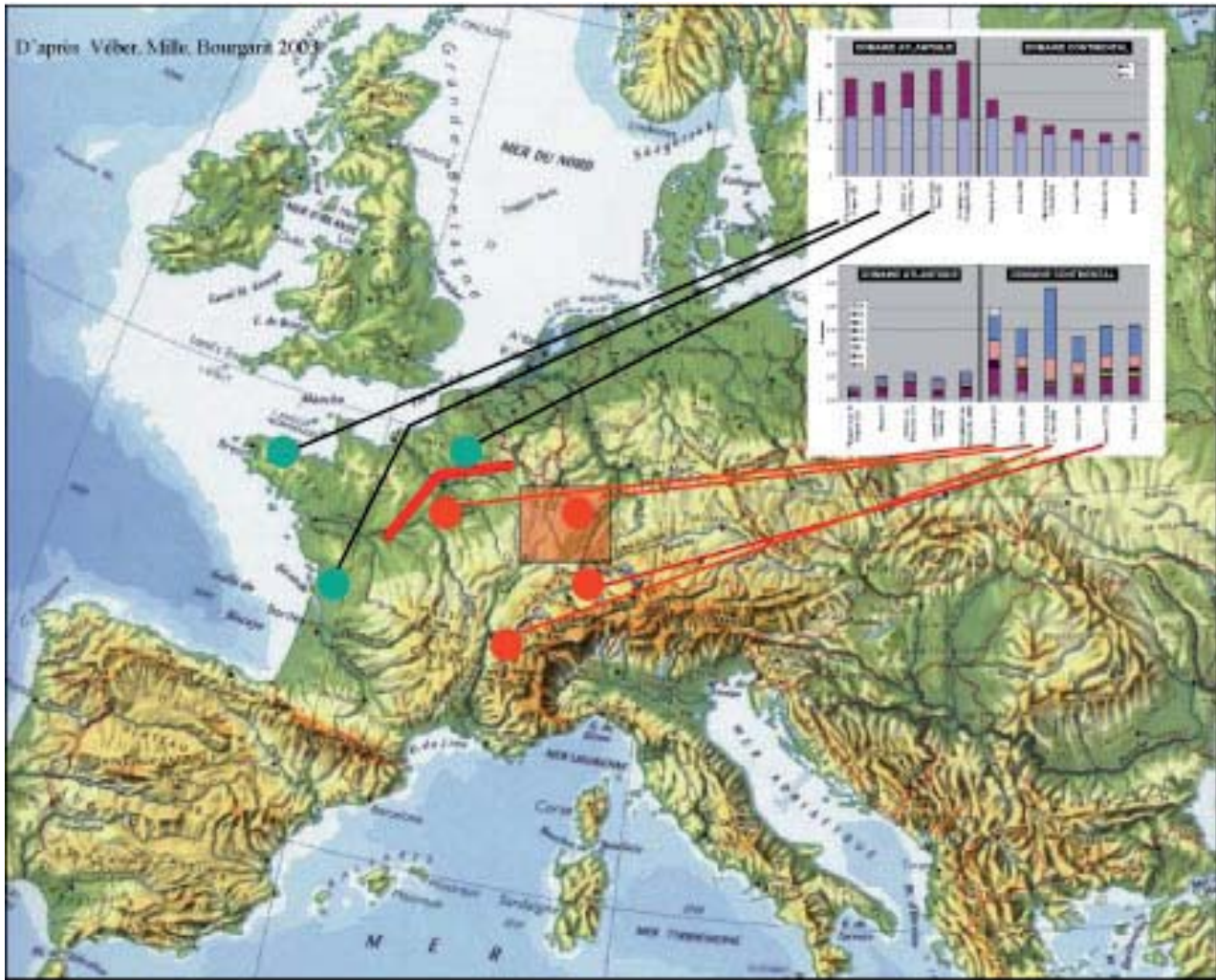


Fig. 1 - Mise en évidence des pratiques métallurgique

Les prélèvements et analyses ont été réalisés par Benoît Mille, David Bourgarit du C2RMF avec la collaboration de Cécile Véber au laboratoire du C2RMF par la méthode ICP-AES. Les deux avantages principaux de cette méthode sont d'une part de nécessiter peu de matière pour sa mise en œuvre, ainsi des objets minces (quelques millimètres seulement) ont pu être analysés, ce qui permet ainsi l'exhaustivité. D'autre part, après prélèvement et préparation une centaine d'échantillons peuvent être analysés à la fois avec pour chacun la recherche d'une trentaine d'éléments chimique (détail des méthodes dans Bourgarit, Mille 2003 ; Mille, Bourgarit 2000).

2. EXPLOITATION DES ANALYSES ÉLÉMENTAIRES

L'exploitation des résultats d'analyses est présentée en trois étapes qui correspondent à trois manières de lire les analyses et qui ont permis d'éclairer des aspects complémentaires dans la caractérisation d'un corpus métallique.

A. TYPO-CHRONOLOGIE DES COMPOSITIONS

Une des dernières études de grande ampleur concernant les analyses élémentaires pour l'Europe à L'âge du Bronze est celle de Valentin Rychner développée durant les années 80 et 90

pour la Suisse (Rychner 1979, 1983, 1984, 1986, 1987, 1988, 1990 ; Rychner, Kläntschi 1995).

Bien que les axes de recherche développés ici sur les analyses élémentaires soient multiples et différents des orientations de V. Rychner, ils n'en restent pas moins redevables de ses travaux qui ont proposé une caractérisation interne des corpus, c'est-à-dire en quelque sorte de la métallurgie mise en oeuvre et non plus seulement la recherche forcée de liens avec le minerai, bien que ce point reste essentiel.

À partir des résultats de 900 analyses élémentaires réalisées sur des objets de toute la Suisse pour l'ensemble de l'âge du Bronze, V. Rychner propose une typo-chronologie basée sur les teneurs des principales impuretés.

Le principe est le suivant : chaque objet présente un type de composition définie par un schéma de composition. Six schémas de composition ont été définis en fonction des teneurs relatives en impuretés principales : As, Ni, Sb puis Co et Ag. Ces schémas ont été complétés par une appréciation de la valeur absolue des teneurs : N : normale ; R : riche ; P : pauvre.

Chaque période de l'âge du Bronze est représentée par un pourcentage de chacun des types de composition définis.

- Les résultats pour le Ha. B2 (ou BF IIIb) : le schéma dominant est de type 6N soit Sb>As>Ni

- Une grande homogénéité des compositions pour la période, c'est-à-dire que trois quart des objets du Ha B2 sont classés dans le groupe 6N et que par ailleurs, 95, 6 % des objets du Ha B2 sont contenus dans trois schéma seulement : 6N, 1N et 5N.

Par comparaison, les caractéristiques de la composition élémentaire des objets du corpus lorrain sont les suivantes :

- Éléments de l'alliage (moyennes) : Sn : 8 à

12 % ; Pb : 1,5 à 3 %

- Principales impuretés : Ag, As, Bi, Co, Ni, Sb ; Cumul des impuretés : 1,5 % en moyenne

La recherche des schémas proposés par V. Rychner pour les objets des dépôts de Lorraine et de Sarre a donné des résultats très comparables avec une large domination du schéma 6N.

Ainsi, le métal des dépôts de Lorraine et de Sarre présentes les mêmes caractéristiques que les productions suisses, rapprochement qui apparaît aussi dans les conclusions des études typologiques.

B. RECHERCHE DES COMPOSITIONS JUMELLES

La pratique d'analyse systématique a consisté à comparer la composition de chaque objet dans sa globalité à l'intérieur d'un même dépôt puis entre dépôts afin de tester la ressemblance des compositions et par là l'homogénéité métallique des ensembles. De telles comparaisons avaient été abordées dans le corpus suisse (Rychner, Kläntschi 1995) à l'aide du calcul d'un coefficient de ressemblance appliqué aux objets qui se trouvaient très proches dans le dendrogramme ou Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Une CAH a été utilisée pour les dépôts de Lorraine et de Sarre. Ces manipulations statistiques ont permis de mettre en évidence deux types de jumeaux. L'existence de plusieurs analyses pour un même objet a servi d'étalon pour la définition de la limite de ressemblance. Un dernier type de jumeaux a été mis en relief par le calcul des pourcentages des éléments d'alliages les uns par rapport aux autres.

- *Jumeaux de coulée* (Cu, Sn, Pb = Cu, Sn, Pb) ; teneurs semblables en impuretés issues du cuivre = même lingot de cuivre ; teneurs semblables en éléments d'alliage (Sn, Pb).

*Méthode de recherche : dendrogramme = CAH.

*Résultats : 93 objets ou partie d'objets

concernés soit 1/3 du corpus.

- *Jumeaux de lingot* (Cu = Cu ; Sn, Pb = Sn, Pb) ; teneurs semblables en impuretés issues du cuivre = même lingot de cuivre ; Teneurs différentes en éléments d'alliage (Sn, Pb). *Méthode de recherche : dendrogramme = CAH

*Résultats : 33 objets ou partie d'objets concernés.

- *Jumeaux de mélange* (%(Sn+Pb) = %(Sn+Pb)) mélange préalable Sn/Pb additionné au cuivre. *Méthode de recherche : calcul du % respectif de Sn et Pb dans la somme des éléments de l'alliage.

*Résultats : 15 objets ou partie d'objets concernés.

Le grand nombre de ces compositions jumelles, tout type confondu, concerne près de la moitié des objets et laisse entrevoir sans conteste une belle homogénéité. Elle suppose donc qu'une grande part des objets qui constituent les dépôts avait, avant leur déposition, des liens entre eux. C'est évident pour des objets qui sont exactement de mêmes formes comme deux phalères, c'est moins évident pour des paires de bracelets qui ne portent pas le même décor ou des objets de forme aussi différente qu'un bracelet et une hache. Plus le nombre de jumeaux est élevé dans un dépôt et plus il est homogène et possiblement constitué dans un temps court, comme probablement pour le dépôt de Vaudrevange (Sarre) (Véber, Mille, Pernot, sous presse).

Par ailleurs, quelques uns de ces jumeaux appartiennent l'un et l'autre à des dépôts différents.

C. MISE EN ÉVIDENCE DES PRATIQUES MÉTALLURGIQUES (FIG.1)

Les compositions élémentaires de Lorraine et

Sarre ont ensuite pu être comparées à plusieurs ensembles d'analyses de régions voisines, comme celles de la Suisse, des Alpes, du Bassin parisien, des dépôts de Compiègne et quelques ensembles de la façade atlantique.

La méthode employée dans ces comparaisons consiste à mettre côte à côte les teneurs cumulées des éléments d'alliage (Sn et Pb) et les principales impuretés pour chacun des ensembles.

On a pu ainsi constater que la dichotomie entre mobilier atlantique et mobilier continentale, mis en évidence par la typologie, se retrouve dans les compositions métalliques. Alors que le métal continental est peu allié, autour de 10 %, et comporte beaucoup d'impureté, à hauteur de 1,5 % environ, le métal atlantique lui contient au minimum 15 % d'éléments ajoutés, mais rarement plus de 0,5 % d'impuretés cumulées. Le métal lorrain en cela appartient bien au domaine continental et se détache des ensembles voisins par des teneurs en éléments ajoutés, le plomb en particulier, un peu plus élevées. Ces observations peuvent être interprétées comme la conséquence de l'utilisation d'un cuivre différent. Cependant, plusieurs analyses de lingots de cuivre du domaine atlantique ont montré des teneurs en impuretés très comparables aux teneurs rencontrées dans le domaine nord-alpin. Ainsi, il est possible que ces différences de teneurs, à la fois en impuretés et en éléments d'alliage, correspondent plutôt à des pratiques métallurgiques différentes (Véber, Mille, Bourgarit 2003 ; Mille, Bourgarit 2003).

CONCLUSION

C'est l'unité géographique, chronologique et l'homogénéité typologique du corpus qui a conduit à s'interroger sur son unité métallurgique et par là à trouver les méthodes permettant de caractériser une telle production. Ces méthodes ont pour base les résultats d'analyses élémentaires. Il faut souligner encore que c'est le choix de l'analyse systématique de ces ensembles qui a permis d'obtenir ce type de résultat, impossible

avec un échantillonnage.

Les premiers travaux ont été un rapprochement des résultats de Lorraine et de Sarre avec la typochronologie proposée par V. Rychner. Ils ont montré, parallèlement à une grande proximité typologique, que ce métal du BF IIIb avait de ce point de vue les mêmes caractéristiques que le métal suisse. Ce qui peut signifier que l'origine du métal ou les pratiques métallurgiques sont semblables.

La recherche des compositions jumelles, basée sur les teneurs en impuretés, ont permis l'évaluation de l'homogénéité métallique des dépôts, c'est-à-dire la mise en évidence d'une relation entre les objets avant leur déposition. Ceci permettant ensuite d'observer leur dynamique de constitution et de renouveler l'interprétation de ces ensembles.

Enfin, l'utilisation des cumuls d'alliage ou d'impuretés, met en lumière des traditions métallurgiques différentes dans le domaine atlantique et dans le domaine nord-alpin. Ce qui représente un élément de plus pour saisir les échanges de produits ou de savoirs-faire.

La synthèse de ces études typologiques et techniques conduit à penser que ces dépôts ont été constitués dans un laps de temps relativement court, eu égard aux nombreux jumeaux. Les dépôts peuvent alors être considérés comme réellement contemporains. Le développement de cette pratique, dans une période de transition avec l'âge du Fer, amène à la considérer comme événementielle et pousse d'autant plus à s'interroger sur les causes de ce développement, dans un temps court et dans cette région particulièrement où les dépôts des périodes précédentes sont plutôt rares.

Au terme de cette étude, il apparaît que l'enquête sur les aspects techniques d'une production métallique, aussi bien son mode de formage que la composition élémentaire des

objets est indispensable et complémentaire de l'examen des aspects typologiques pour la connaissance d'un corpus régional, sa définition et l'observation des relations qu'il entretient avec les autres domaines, proches ou lointains.

Au travers de l'exemple des dépôts de Sarre et Lorraine de l'extrême fin du Bronze final on voit qu'il est possible de caractériser une production métallique grâce résultats d'analyses élémentaires et de dégager par là des arguments nouveaux pour l'interprétation des ensembles métalliques.

BIBLIOGRAPHIE

BOURGARIT D. et MILLE B. 2003. The elemental analysis of ancient copper-based artefacts by Inductively-Coupled-Plasma Atomic-Emission-Spectrometry (ICP-AES): an optimized methodology reveals some secrets of the Vix Crater, *Measurement Science and Technology*, 14: 1538-1555.

MILLE B., BOURGARIT D. 2000. L'analyse des alliages anciens à base de cuivre : état des connaissances et développement d'un protocole d'analyse par ICP-AES, *Revue d'Archéométrie 2000* : 13-26.

MILLE B. , BOURGARIT D. 2003. Composition élémentaire des bronzes de la tombe de Vix, in C. Rolley (dir.) *La tombe de Vix*, 253-265. Dijon: Picard.

RYCHNER V. 1979. L'âge du Bronze final à Auvernier (Lac de Neuchâtel-Suisse) Typologie et chronologie des anciennes collections conservées en Suisse, *Cahier d'Archéologie Romande* n° 15, Lausanne.

RYCHNER V. 1983. Le cuivre et les alliages du Bronze final en Suisse occidentale. II. : Corcelettes VD, *Annuaire de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie* 66 : 73-85.

RYCHNER V. 1984. La matière première des bronziers lacustres, *Archäologie der Schweiz*, 7, 1984, 2 : 73-78.

RYCHNER V. 1986. L'évolution du cuivre à l'âge du Bronze final : la cas de Morges VD, *Annuaire de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie* 69 : 121-132.

RYCHNER V. 1987. Auvernier 1968-1975 : le mobilier

métallique du Bronze final. Formes et techniques, *Cahier d'archéologie romande* 37. Lausanne : Auvernier 6.

RYCHNER V. 1988. De l'âge du Bronze moyen au groupe Rhin-Suisse en Suisse occidentale : le phénomène métallurgique. In Brun, Mordant (dir.), *Le groupe Rhin-Suisse-France Orientale et la notion de civilisation des Champs-d'Urnes*, Actes du colloque international de Nemours 1986, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France I : 103-123.

RYCHNER V. avec la collab. de KLÄNTSCHI N. 1990. L'analyse chimique du bronze préhistorique pourquoi ? , *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* Band 47.

RYCHNER V. 1995. Arsenic, Nickel, Antimoine: une approche de la métallurgie du Bronze Moyen et Final en Suisse par l'analyse spectrométrique, *Cahiers d'archéologie romande*, 63.

VÉBER C. 2002. Le dépôt de Farébersviller (Moselle), un ensemble du BF IIIb, *Archaeologia Mosellana*, Tome IV: 37-80.

VÉBER C. 2003. *Les dépôts de bronze de l'âge du Bronze final IIIb en Lorraine, Sarre et Luxembourg : approche technique*, thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Dijon.

VÉBER C., MILLE B., BOURGARIT D. 2003. Analyse élémentaire des dépôts lorrains : essai de caractérisation d'une production métallique de la fin de l'âge du Bronze, in GIUMLIA-MAIR, LO SCHIAVO (dir.), *Le problème de l'étain à l'origine de la métallurgie, Colloque 11.2, Actes du XIVème Congrès UISPP, Université Liège, Belgique, 2-8 septembre 2001, BAR International Series 1199*.

VÉBER C., MILLE B., PERNOT M. sous presse. Le dépôt de Vaudrevange : études techniques et éléments d'interprétation, *Antiquités Nationales 2005, tome 37*: 1-33.