



HAL
open science

Analyses chimiques des objets métalliques des dépôts terrestres du Bronze moyen et du Bronze final du nord-ouest de la France. Mise en évidence d'une chronologie basée sur des signatures identifiables

Cécile Le Carlier de Veslud, Salaün Jonathan, Jean-Christophe Le Bannier,
Cyril Marcigny

► To cite this version:

Cécile Le Carlier de Veslud, Salaün Jonathan, Jean-Christophe Le Bannier, Cyril Marcigny. Analyses chimiques des objets métalliques des dépôts terrestres du Bronze moyen et du Bronze final du nord-ouest de la France. Mise en évidence d'une chronologie basée sur des signatures identifiables. Thibault Lachenal, Claude Mordant, Théophile Nicolas et Cécile Véber (dir.). Le Bronze moyen et l'origine du Bronze final en Europe occidentale (XVIIe-XIIIe siècle avant notre ère). Actes du Colloque international de l'APRAB, Strasbourg, 17 au 20 juin 2014, pp.869-876, 2017, Monographies d'Archéologie du Grand-Est 1, 978-2-9561936-0-9. hal-01926417

HAL Id: hal-01926417

<https://univ-rennes.hal.science/hal-01926417>

Submitted on 5 May 2020

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.

Analyses chimiques des objets métalliques des dépôts terrestres du Bronze moyen et du Bronze final du nord-ouest de la France. Mise en évidence d'une chronologie basée sur des signatures identifiables.

*Cécile Le Carlier de Veslud, Jonathan Salaün,
Jean-Christophe Le Bannier, Cyril Marcigny*

Adresses des auteurs :

Cécile Le Carlier de Veslud,
Laboratoire Archéosciences UMR 6566 CReAAH (Centre de Recherches en Archéologie,
Archéosciences et Histoire) / CNRS
cecile.lecarlier@univ-rennes1.fr
<https://univ-rennes1.academia.edu/LeCarlierCecile>

Jonathan Salaün,
Laboratoire Archéosciences UMR 6566 CReAAH (Centre de Recherches en Archéologie,
Archéosciences et Histoire) / CNRS

Jean-Christophe Le Bannier,
Laboratoire Archéosciences UMR 6566 CReAAH (Centre de Recherches en Archéologie,
Archéosciences et Histoire) / CNRS

Cyril Marcigny
Institut National de Recherches Archéologiques Préventives
Inrap Basse-Normandie
UMR 6566-CReAAH
Le Chaos, 14400 Longues-sur-Mer
cyril.marcigny@inrap.fr
<http://inrap.academia.edu/cyrimarcigny>

Résumé

Au Bronze moyen, l'Europe de l'ouest est divisée en aires culturelles définies par la distribution et d'objets manufacturés semblables, dont les objets métalliques des dépôts terrestres. Le programme de recherche sur les compositions chimiques de ceux-ci vise à savoir si les sources des métaux peuvent être identiques ou différents au sein de ces aires, et à terme sur l'ensemble du territoire. Pour ce faire, une approche statistique a été privilégiée afin de travailler avec des lots représentatifs et de minimiser les effets des inévitables variations. Six dépôts du BM2 de la zone atlantique (Bretagne, Normandie, Pays de la Loire) ont été analysés par ICP-AES, totalisant 161 objets. Les transitions BM1/BM2 et BM2/BF1 ont pu être observées en prenant en compte des dépôts du BM1 et du BF1. Les résultats montrent que les dépôts du BM2 présentent une même signature chimique, caractéristique de la zone atlantique, quel que soit le type de hache et quelle que soit la localisation du dépôt. La signature chimique du BM1 est particulièrement différente ce qui semble indiquer une transition brutale entre ces deux époques. La signature chimique du BF1 est différente également mais proche de celle du BM2 ce qui indiquerait plutôt une transition plus progressive. Dans tous les cas, les haches sont fabriquées

en grande majorité avec du métal neuf importé, dont la source est clairement différente pour le BM1 et BM2.

Mots clés

Bronze moyen – dépôts métalliques terrestres – analyses chimiques – ICP-AES – domaine atlantique

Abstract

During the middle Bronze Age, the Western Europe is divided into cultural areas defined by the distribution of similar manufactured artefacts, including metal artefacts from terrestrial hoards. A research program, focused on chemical analyses of these hoards, aims at investigating if sources of metal could be similar or different within these areas, and later, on the whole study area. In this work, a statistical approach was chosen to work with a representative sampling and to limit the effect of chemical variations. Six atlantic BM2 hoards (Brittany, Normandy, Loire area) were analyzed by ICP-AES to a total of 161 artefacts. BM1/BM2 and BM2/BF1 transitions were able to be discussed taking into account BM1 and BF1 hoards. Results show that BM2 hoards have a similar chemical signature regardless of the type of axes and the geographical origins. Chemical signature of BM1 hoard is significantly different from the BM2 ones. It seems to indicate an abrupt transition between these two periods. Chemical signature of BF1 hoard is more variable, ranging from signature close to those of BM2 ones to signatures significantly different. It seems to reflect a smooth transition from the first period to the second one. In all cases, axes seem to be produced with new metal imported from other parts of Europe. Sources of copper seem to be different for the BM1 and BM2 periods.

Key words

Middle Bronze Age – terrestrial metallic hoards – chemical analyses – ICP-AES – Atlantic area

Introduction

L'Europe de l'ouest, au Bronze moyen, est divisée géographiquement en ce qui est traditionnellement appelé deux aires culturelles, définies par la distribution d'objets manufacturés semblables (Gabillot et Mordant, 2006). Ainsi, le « monde atlantique » s'oppose au « monde continental », ce dernier localisé sur un large croissant nord-alpin (Carozza, *et al.* 2009). Cependant, les frontières entre ces aires sont loin d'être précisément positionnées. Le « monde atlantique » se répartit sur les façades maritimes atlantique et Manche-Mer du Nord comprenant également le sud de la Grande-Bretagne, la Belgique et une partie des Pays-Bas. Il s'étend jusqu'au milieu du Bassin parisien (Gouge et Peake 2005) entre la haute vallée de la Seine et la Picardie. Cependant, au Bronze moyen, il semblerait que les échanges soient facilités, ce qui aboutit à un renforcement des liens économiques entre les différentes régions de l'Europe (Marcigny 2011). La production métallique s'intensifie et des fabrications en série apparaissent, notamment dans des régions où il n'existe aucune ressource naturelle exploitable telles que l'Aquitaine, ou dans des régions où la production de cuivre, si elle existe, est largement insuffisante, comme le Massif armoricain. Les Alpes, et plus précisément l'Autriche

et l'Italie du Nord, ainsi que les Iles britanniques et l'Espagne, constituent jusqu'à la fin de l'âge du Bronze les principales zones d'approvisionnement en cuivre (Strahm 2007).

1. Matériel et méthode

1.1. Protocole d'étude et dépôts étudiés

Peut-on caractériser, sur un plan économique, ces espaces cohérents d'un point de vue culturel et stylistique? L'une des voies de recherche consiste à réaliser des analyses chimiques sur ces productions métalliques en y imposant une représentativité statistique. En effet, la composition chimique des objets est, au moins en partie, le reflet de la composition du métal venant des régions productrices. Sachant qu'au sein de ces provinces, les minerais peuvent présenter des variabilités chimiques, le métal produit, et donc les objets finis, peuvent également être variables chimiquement. Il est donc nécessaire d'étudier le plus grand nombre d'objets possible par dépôts et par région pour mettre en évidence une signature chimique. Celle-ci est basée sur le dosage des éléments dits « en trace » qui nécessite l'emploi de machines performantes donnant des résultats de grande précision. Malgré la constitution d'une banque de données importante, les études précédentes n'ont pas pu développer cette approche, le dosage des éléments en trace avec l'ancien appareil n'étant pas assez précis (Giot *et al.* 1966, 1970, 1975 ; Bourhis et Briard 1979, Briard et Bourhis 1984). Cette approche statistique a été réalisée précédemment en Suisse par Rychner et Klänchi (1995) et a donné des résultats intéressants en termes de signatures chimiques des objets, différentes et identifiables d'une époque à une autre.

Pour cette étude, six dépôts du Bronze moyen II ont été analysés : Anneville-en-Saire (10 analyses), Gatteville-Phare (40 analyses) situés dans la Manche (50), Saint-Thois (30 analyses) dans le Finistère (29), Boisgervilly (13 analyses) en Ille-et-Vilaine (35), Boulay-Morin (10 analyses) dans l'Eure (27) et Mouilleron-en-Pareds (58 analyses) en Vendée (85). Ils sont tous localisés dans l'aire géographique correspondant au complexe Atlantique. Afin d'étudier les transitions Bronze moyen I/Bronze moyen II et Bronze moyen II/Bronze final I, ces résultats d'analyse ont été comparés à ceux obtenus sur les dépôts de Tréboul (BM I) et de Rosnoën (BF I).

1.2. Méthode d'analyse

La méthode d'analyse employée est la même que celle décrite pour l'analyse du dépôt de Trelly (Aranda *et al.* 2013) dont le protocole analytique a été basé sur des travaux précédents (Mille et Bourgarit, 2000), à savoir que 40 mg de métal sain sont prélevés et dissouts dans 20 ml de solution acide. Les particules contenues dans cette solution sont analysées par ICP-AES au laboratoire Archéosciences (UMR 6566 CReAAH, Université de Rennes 1). Les incertitudes de mesure concernant les analyses se situent aux environs de 1,6% pour l'étain et le plomb, et de 2,2 % pour le cuivre, et l'ensemble des éléments en trace (Ag, As, Co, Ni, Bi, Fe, Mn, Zn, Sb).

1.3. Rapide présentation typologique et chimique des dépôts

L'ensemble des haches présentées dans cette étude correspond à des compositions classiques de bronze à l'étain sauf deux échantillons contenant un peu de plomb. Les gammes de variation sont données dans le tableau 1. En ce qui concerne les éléments d'alliage, seul le dépôt de Boisgervilly se différencie un peu des autres dépôts par une teneur en moyenne plus faible en

cuivre : la teneur varie entre 75 et 85% alors que celle des autres dépôts varie entre 80 et 90%. En ce qui concerne les éléments en trace, les variations sont assez importantes pour chaque élément, mais la gamme de variation est sensiblement la même pour chaque dépôt.

Le dépôt de Saint-Thois est composé de 153 haches à talon (2 du type Centre-Ouest, les autres étant du type breton) et 2 haches à rebords (Gabillot 2001). Actuellement, seules 30 haches ont été analysées. Une seule hache de type breton présente une teneur anormalement élevée en plomb à hauteur de 3,7%, ce qui laisse supposer un ajout volontaire dans l'alliage. Cet ajout influe sur un élément chimique en trace, l'argent (Ag), qui voit alors sa teneur augmenter jusqu'à 747 ppm alors que la variation pour le reste du dépôt va de 20 à 254 ppm.

Le dépôt de Boulay-Morin (Verney 1988) est composé à l'origine de 20 haches à talon, seulement 10 sont encore aujourd'hui connues. 9 haches sont de type normand et 1 est de type breton. Une seule hache de type normand présente une teneur un peu plus forte en plomb (1.42%), sans que cela ait une quelconque implication sur les teneurs des éléments en trace. Cette teneur n'est pas suffisamment forte pour que l'on puisse parler sans ambiguïté d'ajout de plomb, cet élément pourrait venir avec le cuivre. Si au niveau des teneurs en éléments d'alliage, la hache de type breton ne se différencie pas de celles de type normand, une différence sensible est visible pour certains éléments en trace, notamment une teneur plus basse en argent, arsenic, cobalt, nickel et antimoine.

Le dépôt de Gatteville-le-Phare contient une trentaine de haches très corrodées : 12 de type normand, 16 de type breton, 1 de type mixte breton/normand et 1 de type Rosnoën. On notera la large gamme de variation de la teneur en étain et donc, implicitement, en cuivre, plus importante que pour les autres dépôts. En prenant en compte les différents types de haches, il n'y a pas de réelles différences visibles, les gammes de variations se surimposant les unes les autres. Même la hache de type Rosnoën ne présente aucune différence, que ce soit pour les éléments d'alliage ou les éléments en trace.

Le dépôt d'Anneville-en-Saire est composé de 10 haches : 2 de type normand, 6 de type breton, 2 de type mixte breton/normand. Dans ce second dépôt normand, il n'y a pas non plus de teneur anormale en plomb. En prenant en compte les différents types de haches, aucune différence n'est visible, que ce soit pour les éléments d'alliage ou pour les éléments en trace.

Le dépôt de Boisgervilly comprenait exclusivement des haches à talon au nombre d'une vingtaine. Sur les 13 haches conservées, 3 sont sans décor, 9 à nervure médiane et 1 avec un motif en trident sous le talon, formé de fines nervures, imitation locale d'un décor fréquent en Normandie (Briard 1966). Ce dépôt présente des compositions classiques de bronze à l'étain avec une variabilité sur ce dernier élément assez limitée (de 12.6 à 18.4 %).

Le dépôt de Mouilleron-en-Pareds (Mélin 2012) regroupe 51 objets : 9 haches à talon de formes diverses (4 de type breton, 2 de type Centre-Ouest, 2 de type normand et 1 de type indéterminé) et 42 haches à rebords du type vendéen. Il est difficile de reconnaître de véritables différences chimiques : les compositions en éléments d'alliage des haches de type breton, normand et Centre-Ouest semblent plus resserrées que celles de type vendéen. Pour les éléments en trace, il n'y a aucune différence.

	Boulay-Morin		Mouilleron-en-Pareds		Saint-Thois		Gatteville-le-Phare		Anneville-en-Saire		Boisgervilly	
Cu	79,8	88,5	81,1	89,9	81	88,4	76,4	89	80,4	86,9	77,7	84,8
Pb	0,02	1,42	0,02	0,34	0,03	3,7	0,06	0,86	0,07	0,7	0,01	0,32
Sn	9,7	18,9	8,8	16,6	8,9	17,6	9,2	22,4	11,9	18,3	12,6	18,4
Ag	113	340,6	32	369,5	20,4	747,2	81,5	530	118,7	1210,7	122,9	678,6
As	1071,4	4478,1	1201,1	3713,1	1330,4	11473,4	1133,9	3575	843,8	3568,9	1916,2	5902,2
Bi	542,6	621	530,2	661,4	518,2	712,2	544,8	769,3	480,5	601	487,9	551,1
Co	55,1	541,1	80	880,2	168,9	748,2	208,6	416,7	156,2	375,2	212,9	547,2
Fe	9,29	3955,5	44,1	2061,2	81,4	4328,9	298	6535,5	158,4	1778,5	107,1	2424,6
Ni	519,7	8307,3	424,4	8133,8	2505,3	10799,5	2409,1	6822,5	1375	8729,3	4667,2	51969,8
Sb	351	2077,9	106,9	2024	466,4	1726	624,5	1975,4	508,2	1600,7	397,2	1099,7
Zn	430,8	953,3	522,7	1117,7	632,1	855,3	576,3	2085,3	501,2	1147,9	266,3	370,3

Tableau 1 : Variation des teneurs minimales et maximales des éléments d'alliage et des éléments en trace pour les six dépôts présentés dans ce travail. Eléments d'alliage (Cu, Sn, Pb) donnés en % éléments. Eléments en traces (Ag, As, Bi, Co, Fe, Ni, Sb, Zn) donnés en ppm éléments.

2. Résultats

2.1. Comparaison par type de haches et comparaison des dépôts entre eux

Les divers types de haches possèdent des répartitions spatiales différentes qui sont probablement en lien avec l'emplacement du ou des ateliers qui les ont fabriquées. Les haches de type vendéen montrent clairement une concentration sur le Centre-Ouest et en particulier en Vendée (Mélin 2012). Les haches de type breton se répartissent plus largement sur la Bretagne tandis que les haches de type Normand se retrouvent en plus grand nombre en Normandie et plus particulièrement dans la vallée de la Seine (Verron et Verney 2005). Se posent alors les questions de savoir si les haches de même type ont été produites dans des ateliers bien localisés régionalement, et si ceux-ci ont produit les objets avec du cuivre ayant les mêmes caractéristiques chimiques, et donc peut être de même provenance. Pour ce faire, nous avons représenté les analyses en lien avec la typologie dans des diagrammes triangulaires basés sur la teneur des éléments en trace (fig. 1). Dans le dépôt de Mouilleron-en-Pareds, les haches de type normand sont éloignées des autres types, qui eux, se rassemblent dans une petite zone qui semble bien définie. Cependant, les haches de type normand du dépôt de Gatteville-le-Phare ne se différencient pas des autres types. Il en est de même pour le dépôt d'Anneville-en Saire. Par contre, pour le dépôt du Boulay-Morin, c'est la hache de type breton qui se différencie du reste du dépôt, le point représentatif de l'analyse venant rejoindre les deux haches de type normand du dépôt de Mouilleron-en-Pareds. La différenciation chimique n'est donc pas liée à la typologie des haches. En plaçant l'ensemble des dépôts dans de mêmes diagrammes triangulaires, nous pouvons constater que la très grande majorité des haches se rassemblent dans une zone assez restreinte montrant une signature chimique assez bien marquée. Ainsi donc, quel que soit le type de hache, et quelle que soit la localisation des dépôts, la composition chimique des objets métalliques des dépôts du Bronze moyen II est remarquablement stable pour des dépôts de l'ouest de la France (fig. 1).

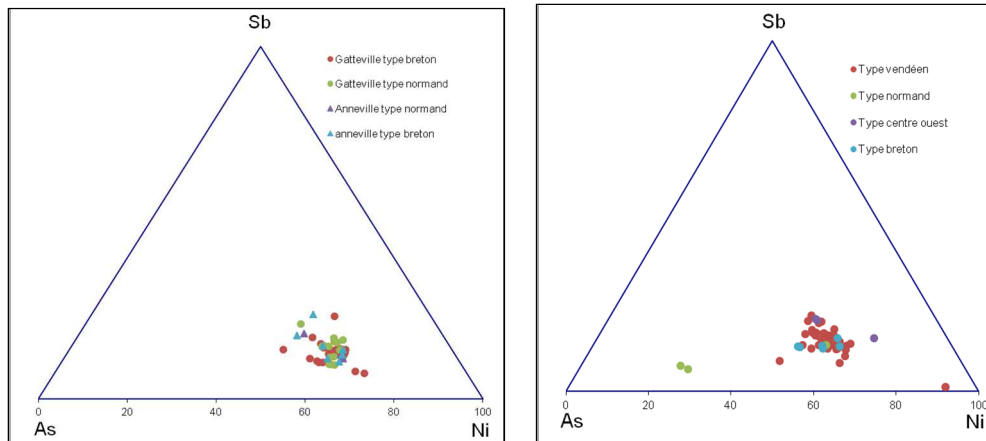


Figure 1 : Représentation des analyses des différents types de haches des dépôts de Gatteville-le-Phare (à gauche) et de Mouilleron-en-Pareds (à droite) dans le diagramme As-Ni-Sb (données en ppm éléments).

2.2. Transitions Bronze moyen 1/Bronze moyen 2 et Bronze moyen 2/Bronze final 1

Dans le cadre d'un plus vaste programme d'analyses chimiques des objets à base cuivre de l'âge du Bronze, d'autres périodes ont été abordées. Les dépôts du Bronze moyen I de Tréboul et du Bronze final I de Rosnoën, analysés auparavant par J. Briard et R. Bourhis (Briard *et al.* 1998, Giot *et al.* 1966), sont pris comme points de comparaison. Néanmoins, ce sont de nouvelles analyses réalisées sur ces deux dépôts selon le même protocole qui sont prises en compte (données non publiées actuellement). On notera tout de suite la répartition dans deux zones distinctes des dépôts du BM II et du dépôt de Tréboul du BM I (fig. 2). Les différences sur les rapports d'éléments sont particulièrement nettes, et ceci pour l'ensemble des éléments en trace. Il est particulièrement intéressant de constater que les trois analyses de haches à talon du Bronze moyen II qui se détachent de l'ensemble se situent dans l'aire de répartition des analyses de Tréboul du Bronze moyen I. Nous pouvons émettre l'hypothèse d'un recyclage d'objets du BM I pour fabriquer des haches au BM II. En argument supplémentaire, la teneur élevée en plomb de la hache de type breton du dépôt de Saint-Thois la rapproche également des compositions en éléments d'alliage des objets de l'horizon de Tréboul, une grande part de ceux-ci montrant des ajouts de plomb dans l'alliage.

Les analyses correspondant aux objets de Rosnoën du BF I se situent, dans tous les diagrammes, à proximité immédiate de l'aire de répartition des haches à talon du BM II. Certains objets se situent dans cette même aire dans certains diagrammes tandis que d'autres s'en détachent nettement. Les signatures chimiques de ces deux horizons sont donc très similaires mais néanmoins différentes. Peut-on parler de réemploi des haches à talon du BM II au BF I ? Dans ce cas précis, non, car les objets se situant dans l'aire de répartition des haches à talon du BM II correspondent essentiellement à des lames d'épées et de rapières. Deux hypothèses s'offrent à nous : une première consisterait à proposer un recyclage assez intense des haches du BM II au BF I. La seconde hypothèse nous amène à proposer un changement dans les sources des matières premières entre le début et la fin de la période.

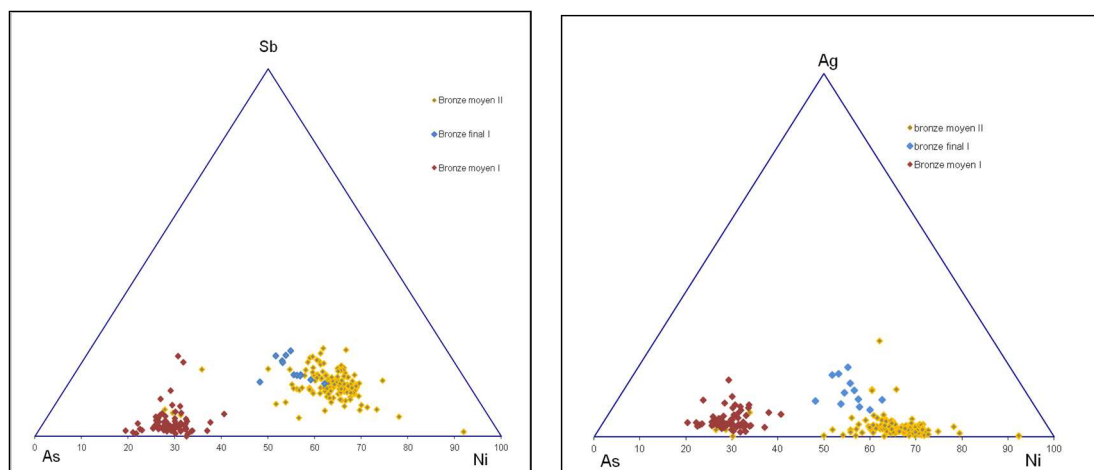


Figure 2 : Représentation des analyses des objets des dépôts du Bronze moyen I (dépôt de Tréboul), du Bronze moyen II (dépôts présentés dans ce travail) et du Bronze final I (dépôt de Rosnoën) dans les diagrammes As-Ni-Sb et As-Ni-Ag (données en ppm éléments) ;

3. Interprétation – Conclusion – Perspective

Dans les questionnements concernant l’approvisionnement en métal dans Europe de l’ouest de l’âge du Bronze, la connaissance des compositions chimiques des objets en bronze réalisées selon un plan d’analyse rigoureux, systématique et statistique peut apporter des éléments de discussion, en complément des études typologiques classiquement réalisées. Ainsi donc, il apparaît qu’au Bronze moyen II, les productions du grand quart nord-ouest français sont faites avec des matériaux ayant globalement une même composition chimique. Ceci pourrait traduire l’utilisation de matières premières de même origine, sans qu’il soit possible pour le moment d’en déterminer le lieu. Les compositions chimiques différentes des objets du BM I et de ceux du BM II marquent une rupture nette entre ces deux périodes, avec peut être un changement d’approvisionnement en matières premières, et donc un changement dans les courants d’échange à l’échelle de l’Europe. Ceci rejoint les observations faites depuis de nombreuses années sur le changement brutal dans la composition des dépôts en terme de typologie d’objets et d’associations de ceux-ci dans le domaine atlantique (Briard 1965, Gomez de Soto 1995). Cette différence chimique montre également que la très grande majorité des objets métalliques du Bronze moyen II sont fabriqués avec du métal neuf. Néanmoins, des cas de recyclage d’objets de la période précédente peuvent exister. Le recyclage du métal sur la même période chronologique ne sera pas mis en évidence au moyen des analyses chimiques car celles-ci présenteront alors les mêmes variations chimiques. Entre le Bronze moyen II et le Bronze final I, les compositions chimiques des objets montrent une légère différence pour certains objets et des similarités pour d’autres. Il est possible d’interpréter cela comme un changement des sources des matières premières entre la fin du Bronze moyen II et la fin du Bronze final I, ce changement ne se réalisant pas de manière brusque comme on peut l’imaginer entre le Bronze moyen I et le Bronze moyen II, mais d’une manière bien plus progressive. La période du Bronze final I pourrait alors être considérée comme une période de transition.

Ce travail est loin d’être abouti et ne correspond qu’à une première phase d’étude. Il s’agit de compléter la base de données concernant les périodes du Bronze moyen I et du Bronze final I afin de confirmer les signatures chimiques dans le grand quart nord-ouest français. Pour le Bronze moyen II, les futures analyses porteront sur des dépôts situés plus à l’est afin de voir si cette signature chimique, confirmée par de nombreux dépôts situés dans le complexe atlantique, est similaire ou non au niveau de l’arc alpin. Dans l’affirmative, il s’agira de montrer

qu'au-delà des frontières des grands complexes culturels, le commerce de certains biens, dont le métal, en provenance d'une source principale, a pu être quasi-unique pour la période, s'organisant à travers l'Europe afin que chaque territoire puisse avoir accès à la matière première.

Bibliographie

Aranda *et al.* 2013 : Aranda (B.), Le Carlier de Veslud (C.), Marcigny (C.), Le Bannier (J.-C.) - Le dépôt de haches à douille de type armoricain du Hallstatt D1-D2 de Trelly (Manche), Interprétations à partir des analyses chimiques élémentaires, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 110, 1, 105-119.

Bourhis et Briard 1979 : Bourhis (J.-R.), Briard (J.) – *Analyses spectrographiques d'objets préhistoriques et antiques*. Edition du Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique. Rennes 4^{ème} série.

Briard 1965 : Briard (J.) - *Les dépôts bretons et l'Age du Bronze atlantique*. Rennes, Laboratoire d'Anthropologie préhistorique,

Briard 1966 : Briard (J.) - Nouveaux dépôts de haches à talon découverts en Bretagne, *Bulletin de la Société préhistorique française*,-63, 3. 565-582.

Briard et Bourhis 1984 : Briard (J.) et Bourhis (J.-R.) - La paléoméallurgie du Nord-Ouest de la France. Spectrographie des bronzes, dans : *Paléoméallurgie de la France Atlantique, Age du Bronze*. Travaux du Laboratoire « Anthropologie, Préhistoire, Protohistoire, Quaternaire armoricain ». Rennes. 45-61.

Briard *et al.* 1998 : Briard (J.), Bourhis (J.-R.), Vivet (J.-B.) – Nouvelles séries d'analyses spectrographiques sur les bronzes armoricains : Tréboul et haches à douille, dans : Mordant (C.), Pernet (M.), Rychner (V.) dir. - *L'atelier du Bronziste du XXe au VIIIe siècle avant notre ère. Tome 1. Les analyses de composition du métal : leur apport à l'archéologie de l'âge du Bronze*, Dijon. 91-100.

Carozza *et al.* 2009 : Carozza (L.), Marcigny (C.) et Talon (M.) - Ordres et désordres de l'économie des sociétés durant l'Âge du bronze en France, dans : Bartelheim (M.) et Stäuble (H.) dir. - *Die wirtschaftlichen Grundlagen der Bronzezeit Europas, The economic foundations of the European Bronze age*, Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft, 4, 23-65.

Gabillot 2001 : Gabillot (M.) - Le dépôt de haches à talon de la fin du Bronze moyen découvert à Saint-Thois (Finistère), *Revue Archéologique de l'Ouest*, 18, 2001, 27-44.

Gabillot 2003 : Gabillot (M.) – *Dépôts et production du Bronze moyen en France nord-occidentale*, BAR International Series, S1174, Oxford Archeopress,

Gabillot et Mordant 2006 : Gabillot (M.), Mordant (C.) – Cultures et territoires du Bronze moyen en France : approche quantitative de la production et de la consommation des objets en bronze entre « Culture atlantique » et « Culture orientale », dans : Baray (L.) dir. - *Artisanats, sociétés et civilisation : Hommage à Jean-Paul Thevenot*. XXIVe suppl. à la Revue Archéologique de l'Est, 2006, 269-286.

Giot *et al.* 1966 : Giot (P.-R.), Bourhis (J.-R.), Briard (J.) – *Analyses spectrographiques d'objets préhistoriques et antiques*. Edition du Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique. Rennes 1^{ère} série.

Giot *et al.* 1970 : Giot (P.-R.), Bourhis (J.-R.), Briard (J.) – *Analyses spectrographiques d'objets préhistoriques et antiques*. Edition du Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique. Rennes 2^{ème} série.

Giot *et al.* 1975 : Giot (P.-R.), Bourhis (J.-R.), Briard (J.) – *Analyses spectrographiques d'objets préhistoriques et antiques*. Edition du Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique. Rennes 3^{ème} série.

Gomez de Soto 1995 : Gomez de Soto (J.) - *Le Bronze moyen en Occident. La culture des Duffaits et la civilisation des Tumulus*. Paris, Picard, *l'Age du Bronze en France*, 5.

Gouge et Peake 2005 : Gouge (P.), Peake (R.) – Aux marges de Bronze atlantique, sites et chronologies de la région du confluent Seine-Yonne, dans : Bourgeois (J.) et Talon (M.) dir. - *L'âge du Bronze dans le Nord-Ouest de la France dans le contexte européen occidental : nouvelles découvertes et proposition de périodisation*. 125^e congrès du CTHS 2000. Paris, Editions du CTHS-APRAB, 333-359.

Marcigny 2011 : Marcigny (C.) – Les relations transmanches durant l'âge du Bronze entre 2300 et 800 avant notre ère, dans : Neveux (F.), Ghesquière (E.), Marcigny (C.) dir. - *Les Anglais en Normandie*, Congrès des sociétés historiques et archéologiques de Normandie, n°16. Louviers, Fédération des sociétés historiques et archéologiques de Normandie, 47-54.

Mélin 2012 : Mélin (M.) – Un nouveau dépôt du Bronze moyen 2 à Mouilleron en Pareds (Vendée) : présentation liminaire de son étude typologique et tracéologique, *Bulletin du Groupe vendéen d'études préhistoriques*, 48, 1-17.

Mille et Bourgarit 2000 : Mille (B.), Bourgarit (D.) – 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*, 24, 13-26.

Rychner et Kläntchi 1995 : Rychner (V.) et Kläntchi (N.) – Arsenic, Nickel et Antimoine : une approche de la métallurgie du Bronze moyen et final en Suisse par l'analyse spectrométrique, 1, *Cahiers d'Archéologie Romande*, 63.

Strahm 2007 : Strahm (C.) – L'introduction de la métallurgie en Europe, dans : Guilaine (J.) dir. - Publication du séminaire du Collège de France *Le Chalcolithique et la construction des inégalités*, Tome 1-Le continent européen, Errance 2007, 49-71.

Verney 1988 : Verney (A.) – *L'industrie des haches à talon de type normand en France, mémoire de maîtrise*, université de Paris I, Panthéon-Sorbonne, 1988.

Verron et Verney 2005 : Verron (G.) et Verney (A.) – La production en série d'outils, dans : Marcigny (C.), Colonna (C.), Ghesquière (E.) et Verron (G.) dir. - *La Normandie à l'aube de l'histoire, les découvertes archéologiques de l'âge du Bronze 2300-800 av. J.-C*, Somogy Editions, 72-73.