Le dépôt de haches à douille de type armoricain du Hallstatt moyen/final 1 de Trelly (Manche) : interprétations à partir des analyses chimiques élémentaires

Berenger Aranda, Cécile Le Carlier de Veslud, Cyril Marcigny, Jean-Christophe Le Bannier

▶ **To cite this version:**

Berenger Aranda, Cécile Le Carlier de Veslud, Cyril Marcigny, Jean-Christophe Le Bannier. Le dépôt de haches à douille de type armoricain du Hallstatt moyen/final 1 de Trelly (Manche) : interprétations à partir des analyses chimiques élémentaires. Bulletin de la Société préhistorique française, 2013, 110 (1), pp.105-119. hal-02356536

HAL Id: hal-02356536
https://univ-rennes.hal.science/hal-02356536

Submitted on 25 Apr 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.

Bulletin de la Société préhistorique française
Tome 110, numéro 1, janvier-mars 2013, p. 105-119

Le dépôt de haches à douille de type armoricain du Hallstatt D1-D2 de Trelly (Manche)

Interprétations à partir des analyses chimiques élémentaires

Bérenger Aranda, Cécile Le Carlier de Veslud,
Cyril Marcigny et Jean-Christophe Le Bannier

Résumé : En 1998, le dépôt de Trelly (Manche) a été découvert à la suite de prospections électromagnétiques. Une rapide opération de sauvetage réalisée à la même époque a permis de constater la présence d'autres objets, la plupart remués par des labours récents. L'intérêt principal de ce petit dépôt, d'une trentaine d'objets à base cuivre, est l'association entre des haches à douille de type armoricain (types de Plurien, de Tréhou et surtout de Couville) et des bracelets typiques du Hallstatt D1-D2. Si le dépôt était bien connu grâce à la publication de quelques objets lors de l'exposition « Nos ancêtres les Gaulois » présentée à Nantes en 1999 à l'occasion du XXII[e] colloque de l'AFEAF, aucune analyse n'en avait été menée. Dans le cadre d'un nouveau programme de recherche mené à l'université de Rennes 1-Beaulieu (UMR « CReAAH ») concernant les objets à base cuivre protohistoriques et leurs compositions élémentaires, des analyses chimiques ont été réalisées sur la plupart des objets du dépôt. Les résultats obtenus montrent que quelle que soit la taille des haches les teneurs en plomb et en cuivre sont variables et souvent très fortes. Les teneurs en étain sont faibles mais assez constantes. En réalisant deux analyses par hache, on démontre que cette variabilité de composition se retrouve au sein même des objets, conduisant à dire que les différences observées entre individus ne sont pas significatives. Cependant, la dispersion des compositions au sein de l'ensemble des objets du dépôt est continue, ne montrant pas de rupture, laissant penser que ces objets ont pu être fabriqués selon un même procédé technique. La comparaison entre les différents types d'objets montre que les bracelets sont seulement légèrement enrichis en étain. Les teneurs en éléments-traces pour l'ensemble des objets sont quant à elles très similaires, montrant ainsi l'homogénéité du dépôt. Ainsi, les analyses, en plus des travaux de terrain et de l'observation de la patine des objets, confirment une similitude de composition chimique. En conclusion, si elles ne confirment pas formellement le synchronisme entre les haches à douille et les bracelets du Hallstatt moyen / final, du moins apportent-elles un argument supplémentaire dans ce sens, et surtout elles ne le contredisent pas. Pour réellement confirmer cela, il faut continuer à analyser entièrement d'autres dépôts de la même région, en prenant aussi en compte des dépôts du Bronze final III.

Mots clés : Hallstatt, haches à douille de type armoricain, bracelet en roue d'engrenage, bracelet à bossettes, dépôt terrestre, Normandie, Manche, Trelly, analyses chimiques élémentaires.

Abstract: Discovered in 1998, the Trelly hoard (Manche, France) was discovered through electromagnetic surveys. A quick emergency dig revealed the presence of many artefacts, most of which had been displaced by recent ploughing. The main interest of this small hoard, consisting of about thirty copper-based artefacts, resides in an association of Armorican-type socketed axes with bracelets typical of the Hallstatt D1-D2 period. While this hoard was well-known due to the presentation of several artefacts at the exhibition "Nos ancêtres les Gaulois" held at Nantes in 1999, no analyses had been carried out and the artefacts remained unexploited. In the framework of a new research programme concerning prehistoric copper artefacts and their elementary composition, most of the artefacts from this hoard were the subject of chemical analyses.

Many large hoards discovered in Brittany, Normandy and the Channel Islands contained only Armorican-type socketed axes. These deposits were said to belong to the final stage of the Bronze Age (Briard, 1965; Rivallain, 1971). New archaeological excavations in Brittany and in Normandy, such as Kergariou, Quimper, Finistère (Menez et al., 2005; Menez & Gomez de Soto, 2006; Gomez de Soto et al., 2009) confirm that this original phenomenon dates from the second period of the First Iron Age. The Trelly hoard also belongs to this period, because of the synchronism of Armorican-type socketed axes and bracelets dated from the middle / late Hallstatt period.

This hoard is composed of socketed axes (one of the Tréhou type, one Plurien and eighteen of the Couville type, and two fragments of large axes), five bracelets and fragments of bracelets (one open bracelet decorated with transverse incisions, one open massive bracelet with a sub-rectangular section resembling a gear-wheel, a fragment of an open and massive boss bracelet with a plano-convex section, a fragment of a massive bracelet with a plano-convex section decorated with four transverse incisions, a closed and massive bracelet with a circular section), a fragment of a shank

with a rectangular section, a fragment of an artefact made of grey metal composed of a shank with a sub-rectangular section ending in a conic boss, a circular ring with a 'bezel' composed of two plates with joined central cupulae.
The main artefacts of the Trelly hoard have been analysed to check their homogeneity. Similarly, the homogeneity of the artefacts' composition was controlled by performing duplicate analyses whenever possible. Each sample consisted of 40 mg of metal. The samples were dissolved in 20 ml of 2/5 aqua regia in order to analyse them by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (Jobin-Yvon 138 Ultrace ICP-AES). The concentration of the metallic solution was 2 $g.L^{-1}$. In order to determine the concentration of each metal studied by ICP-AES, a calibration range was defined between 0 and 2 $g.L^{-1}$. Standards of the main elements (Cu, Pb, Sn) were prepared twice in order to have a calibration range close to the concentration of these elements in the samples (table 2). This procedure greatly improved the quality of the analyses. Five multi-element standards were prepared to analyse trace elements (As, Mn, Bi, Zn, Ag, Sb, Ni, Fe, Co; table 3). Calculated uncertainties are due to experimental errors when samples were weighed and dissolved. The values give an error of 1.6 % for tin and lead, and an error of 2.2 % for copper and trace elements.
The analyses show that Trelly socketed axes have a high lead content, similar to that of Armorican-type socketed axes previously analysed. However, the Trelly socketed axes contained only a small amount of tin (table 4). The amounts of lead and copper present strong variations: between 42.5 % and 93.6 % for copper, and 4.4 % and 56.2 % for lead. However, most of the analyses show a copper content of between 55% and 80% and that for lead between 17% and 42 %. Tin contents are lower, ranging from 0.3 to 9 %, but most of the analyses lie between 0.3 % and 4 %. Trace element contents (As, Sb, Bi, Zn, Ag) are high, whereas nickel and cobalt contents are very low (table 5).
On each axe, two analyses were systematically carried out in two locations: on the opening of the socket and on the cutting edge. These analyses revealed an important variability within each axe (fig. 5). These variations mainly concern copper and lead contents. The maximum differences reach 24 % for lead, 23 % for copper and 1 % for tin between the cutting edge and the socket opening. Variability between all the axes is less significant for the copper and lead contents than for that of tin. Differences in trace elements between the cutting edge and the socket of a given axe are clear (fig. 6).
For the major elements (Pb, Cu, Sn; fig. 7), the boss bracelet, 'gear-wheel' bracelet and ring contain little lead, unlike the main Trelly axes. The tin/copper ratio is not equal between the three artefacts and the axes because of a slight enrichment of tin in the bracelets and the ring. Nevertheless, it is difficult to distinguish the compositions of these three artefacts from those of the other artefacts in the hoard. Indeed, two Couville-type axes have the same chemical composition as the bracelets and the ring. The bracelets decorated with incisions have the same lead/copper ratio as the other artefacts, but their tin contents are higher than those for the Couville-type axes. The variability of trace elements is more important than that of the major elements. However, their mix is homogeneous between all the artefacts in the hoard. It could thus be seen as a signature of the hoard, if we make the assumption that these artefacts were made from the same copper, lead and tin raw materials. A significant difference of composition between the bracelets and the axes could indicate that these artefacts were not made from the same raw materials. Alternatively, another possible hypothesis is that the socketed axes could have been made earlier and re-employed during the Hallstatt D1-D2 period. Thus, even if the similarity of the chemical compositions of the Armorican-type socketed axes and those of the Hallstatt D1-D2 bracelets prove these artefacts are strictly contemporaneous, the results do not contradict the first hypothesis.
The systematic analysis of several hoards like the Trelly one in the same geographical area will be interesting. It would be possible to see if a local or regional signature exists, suggesting the same metallurgical techniques and the same supply of raw materials. It is interesting to analyse a large quantity of samples in order to see the variability of trace elements. This information is important for investigating the homogeneity of hoards. If a strong heterogeneity is shown, it is possible to envisage the re-employment of metal cast during an earlier period. To confirm this hypothesis, not only should several hoards from the same metal horizon be studied, but also hoards from earlier horizons.

Keywords: Hallstatt period, Armorican-type socketed axes, 'gear-wheel' bracelet, boss bracelet, terrestrial hoard, Normandy, Manche, Trelly, elementary chemical analysis.

Les haches à douille de type armoricain, très souvent rassemblées en dépôts, pour certains très volumineux, et le plus souvent sans association avec d'autres types d'objets, constituent un phénomène très particulier essentiellement centré sur l'Armorique, la Normandie et les îles Anglo-Normandes. Elles ont fait l'objet d'études nombreuses dans les années 1960-1970 (Briard, 1965 ; Rivallain, 1971). Elles passaient traditionnellement pour apparaître dans les dépôts de la fin de l'âge du Bronze. Des associations de haches à douille de type armoricain et de parures du Hallstatt moyen / Hallstatt final ont été remarquées dès 1965 par Jacques Briard, dans les dépôts de Plonéis dans le Finistère et Loudéac dans les Côtes-d'Armor (Briard 1965 ; Briard *et al*., 1983). Depuis, un bilan critique des trouvailles anciennes et de nouvelles découvertes réalisées dans des conditions indiscutables en Bretagne et Normandie confirment les datations dans la seconde phase du premier âge du Fer : à Kergariou à Quimper, au fond d'une structure excavée, se trouvaient réunis dans une fosse plusieurs haches entières ainsi que des débris, et des fragments d'autres objets, dont un de brassard d'armilles et un de bracelet à petites bossettes du Hallsatt D2-D1. Des artefacts d'autre nature que le métal bien calés chronologiquement (tessons de céramique, fragment de bracelet décoré en lignite) confirment également cette datation (Menez *et al*., 2005 ; Menez et Gomez de Soto, 2006 ; Gomez de Soto *et al*., 2009). Le dépôt de Trelly présente également cette configuration avec une association des haches à douille de type armoricain et de bracelets à bossettes.

LE DÉPÔT DE TRELLY

Composition

Il y a un peu plus d'une dizaine d'années, des prospections électromagnétiques non autorisées ont mis au jour, à Trelly dans le Sud de la Manche, plusieurs objets en bronze dont notamment de nombreuses haches à douille qui semblaient indiquer la présence d'un dépôt en grande partie remonté par les labours. De manière à confirmer ou infirmer cette première impression, le service régional de l'Archéologie de Basse-Normandie a réalisé une opération de sondage sous la conduite de Jean Desloges, qui a permis de rassembler des objets dispersés dans une même parcelle agricole (Verney et Desloges, 1998). À l'issue de ces opérations, trente-deux objets ou fragments d'objets ont pu être récupérés dans cette petite parcelle de terre située à proximité de la ferme du Torvet, sur une légère butte limoneuse à la confluence de la Sienne et du Torvet (fig. 1). Face à l'homogénéité dans la typologie des objets, à leur patine identique, et à leur dispersion assez réduite, l'ensemble forme très vraisemblablement un petit dépôt entièrement détruit par des labours récents.

Les objets ont été confiés la même année à Antoine Verney qui en a assuré une étude préliminaire (Verney, 1999). On reprendra ci-dessous la description qu'il fait du dépôt : une hache à douille du type de Plurien cassée en trois fragments (fig. 2, n° 1) ; une hache à douille du type de Tréhou, en deux fragments (fig. 2, n° 2), dont la douille renfermait deux fragments de haches à douille de grand module dont le type n'a pas pu être précisé, mais qui pourraient s'apparenter plus au type de Tréhou qu'au type de Brandivy (fig. 2, nos 3 et 4) ; deux fragments d'une parure annulaire (fig. 2, n° 5) ; un fragment de bracelet ouvert, décoré d'incisions transversales soulignant l'ouverture (fig. 2, n° 6) ; un fragment de tige de section rectangulaire (fig. 2, n° 7) ; un fragment d'objet en métal gris constitué d'une tige de section subrectangulaire terminée par une excroissance conique (fig. 2, n° 8) ; dix-huit haches à douille du type de Couville (fig. 2, nos 9 à 26) ; un fragment de bracelet ouvert, massif, de section sub-rectangulaire, en roue d'engrenage (fig. 2, n° 29) ; un fragment de bracelet ouvert, massif, de section plano-convexe, à bossettes, une nervure transversale séparant chaque bossette (fig. 2, n° 28) ; un fragment de bracelet, massif, de section plano-convexe, décoré de séries de quatre incisions transversales (fig. 2, n° 30) ; un anneau ou bracelet fermé lisse, massif, de section circulaire (fig. 2, n° 27) ; une bague à anneau circulaire et chaton constitué de deux disques à cupule centrale accolés (fig. 2, n° 31). Les principales dimensions des haches et leur poids sont donnés dans le tableau 1.

Problématique

Ce dépôt est particulièrement important, puisqu'il est un des rares ensembles associant à la fois des haches à douille de type armoricain et des bracelets dont la datation est calée au Hallstatt D1-D2. Les parures sont en effet très proches, au niveau régional, de celles trouvées lors de la fouille de la nécropole de La Cambe dans le Calvados (Verney, 1993). Mais elles trouvent aussi des points de comparaisons plus à l'ouest, en domaine armoricain, avec le bracelet du dépôt de Saint-Bugnan à Loudéac, Côtes-d'Armor (Briard, 1965) ou avec celui de l'inhumation de Saint-Galles à Arradon, Morbihan (Milcent, 1994). Le dépôt de Trelly participe ainsi pleinement au rajeunissement récent des haches à douille du type armoricain désormais situé durant la deuxième moitié du premier âge du Fer (Gomez de Soto *et al*., 2009).

Les conditions de découverte ne permettaient toutefois pas d'assurer l'intégrité de l'assemblage et le rapprochement des objets reposait sur la localisation des découvertes – dans la même parcelle de quelques milliers de mètres carrés –, sur les patines – tout à fait similaires sur l'ensemble du mobilier – et sur le contenu de la hache de type Tréhou. Il importait donc désormais de valider le synchronisme de l'enfouissement des différents vestiges ; l'analyse de la composition chimique de chaque élément du dépôt a semblé fournir une bonne grille de lecture pour valider la contemporanéité de l'assemblage.

Le prélèvement d'un échantillon de métal assez exhaustif sur les objets du dépôt a donc été réalisé afin de vérifier son homogénéité en analysant un maximum d'objets. Dans la même optique, l'homogénéité de la composition des objets eux-mêmes (deux analyses par objet quand cela a été possible) a été contrôlée. Le prélèvement s'effectue avec un foret. Pour chaque échantillon, il a été prélevé 40 mg de métal.

L'ensemble des objets n'a pu toutefois être analysé à cause de la fragilité de certains. Les analyses reposent donc sur toutes les haches, avec un prélèvement situé au niveau du bourrelet de la douille et un autre réalisé au niveau du tranchant. Deux échantillonnages ont aussi été réalisés sur un bracelet en prélevant du métal sur deux zones diamétralement opposées. Pour les autres bracelets, un seul prélèvement a été fait, dans leurs sections.

MÉTHODE D'ANALYSE

La mise en solution

Les analyses ont été effectuées au laboratoire « Archéosciences » de l'UMR 6566 « CReAAH » à l'université Rennes 1.

Les objets, étant recouverts par une patine due à la corrosion, ont été nettoyés sur une partie de la surface pour prélever du métal sain. À ce stade du traitement, une première observation peut être faite. Les surfaces dégagées n'ont pas les mêmes teintes, indiquant ainsi une différence dans la composition de l'alliage des haches. En effet, lorsque la surface présente une teinte rouge, ceci indiquerait que l'alliage contient beaucoup

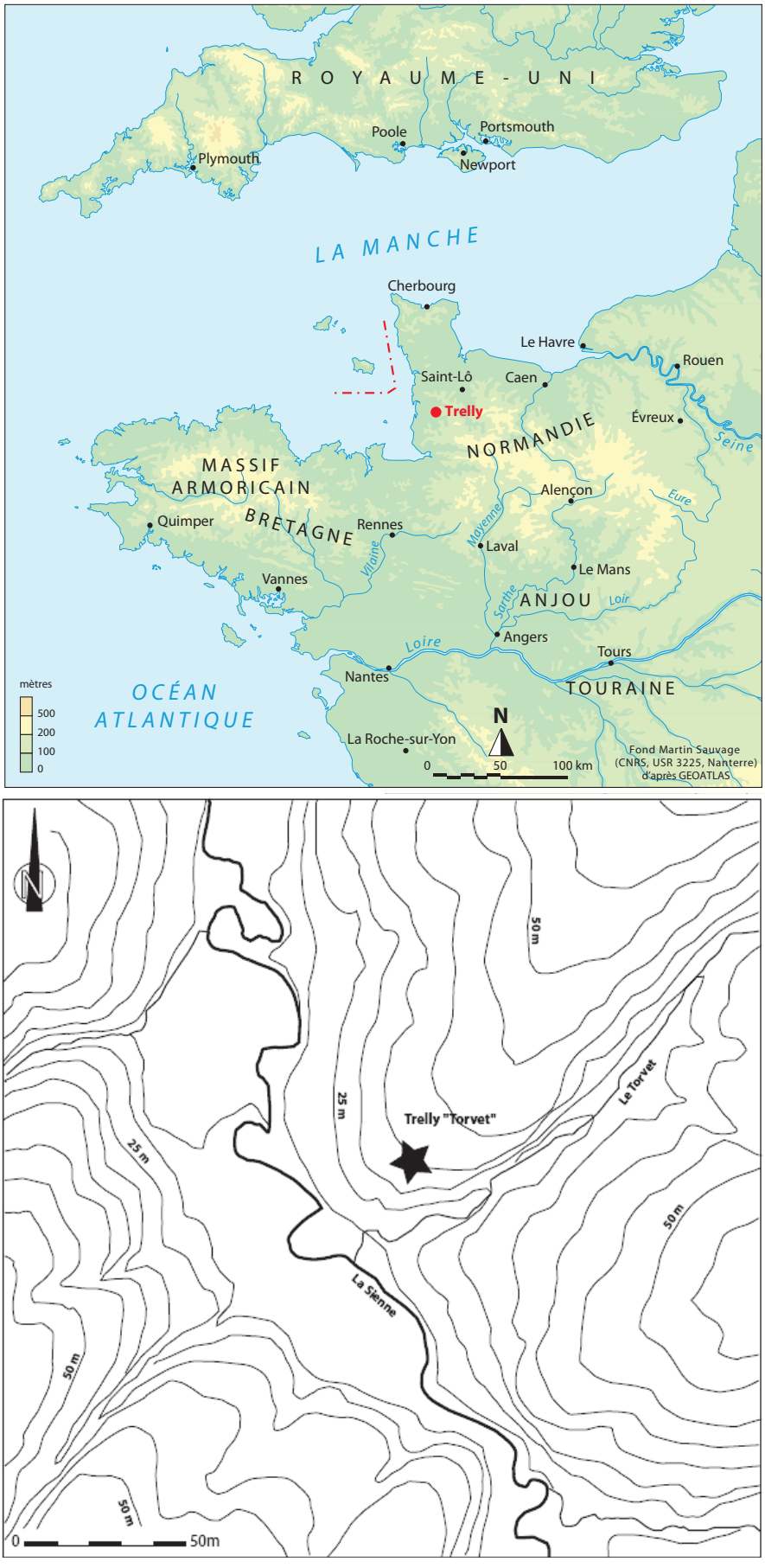

Fig. 1 – Carte de localisation du dépôt de Trelly.

Fig. 1 – *The Trelly hoard localization.*

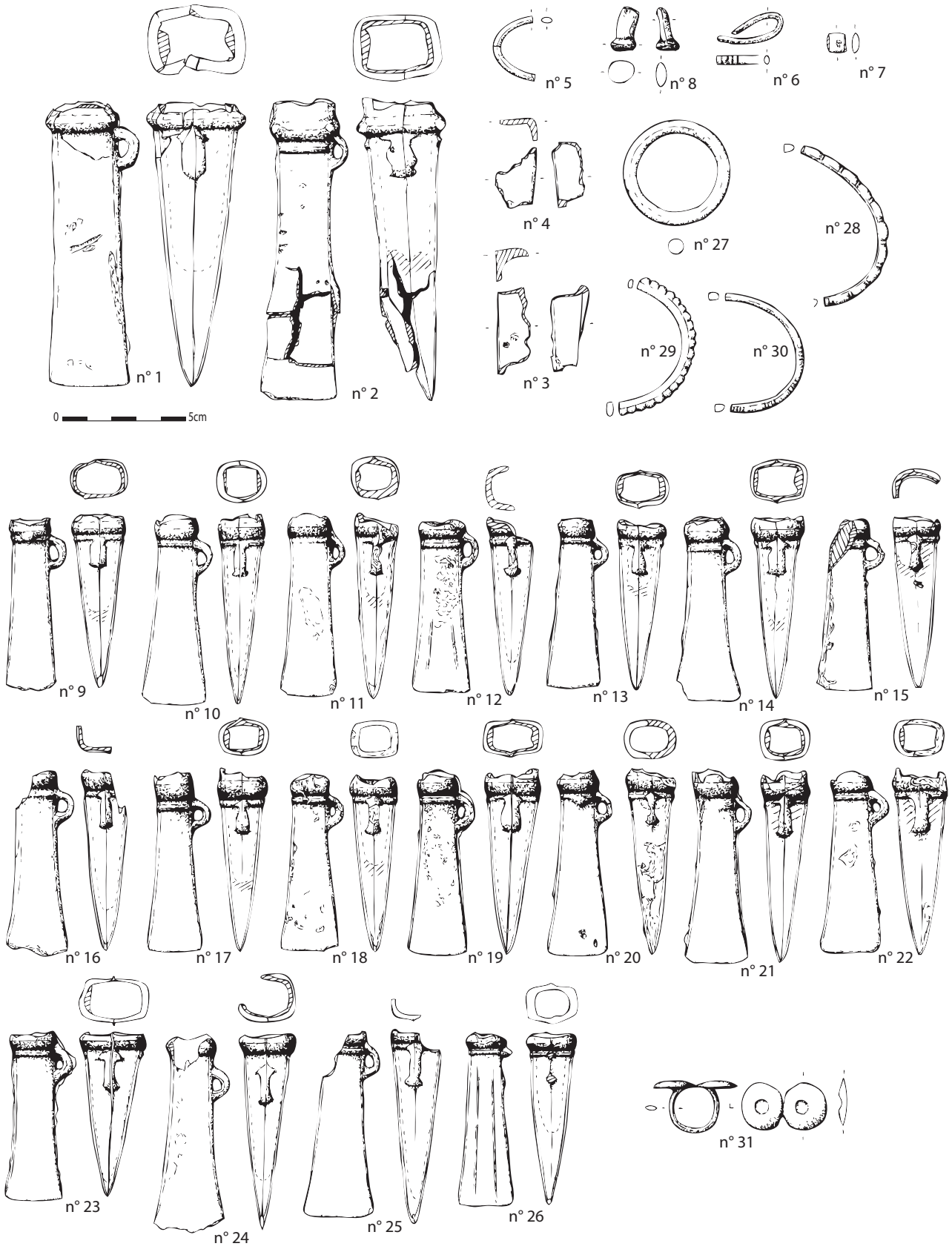

Fig. 2 – Les différents objets du dépôt de Trelly (dessins A. Verney, musée Baron-Gérard, Bayeux).

Fig. 2 – *The Trelly hoard artefacts (drawings A. Verney, Baron-Gérard museum, Bayeux).*

Hauteur totale	Largeur 1 douille	Largeur tranchant	Largeur 2 douille	Poids	
120,9	31,5	29,6	43,8	242,12	Plurien
130,3	30,3	22	38,6	340,23	Tréhou
71,5	18	15,3	24,1	94,53	Couville
78,9	20,9	17,2	21,1	65,59	Couville
76,8	18,8	5,8	20,5	72,24	Couville
73,3	20,1	16,7	non mesurable	67,13	Couville
72,8	15,4	9,6	22,4	73,3	Couville
77,2	20,3	15,8	23,1	87,57	Couville
71,5	non mesurable	15,7	18,5	51,17	Couville
77,7	non mesurable	5,8	non mesurable	56,12	Couville
78	17	15,4	21,3	86,05	Couville
74,3	17,8	17,2	21,6	75,4	Couville
74,1	17,3	16,2	21,4	70,33	Couville
78,5	18,7	6,1	24,1	92,98	Couville
76,7	17,9	15,1	22,1	70,07	Couville
80,2	19,4	17,5	21,5	84,47	Couville
71,2	18,9	17,2	28,3	84,78	Couville
83,8	20,2	19,7	24,2	78,38	Couville
77,8	néant	19,1	néant	58,76	Couville
72,7	18,1	15,8	21,2	72,51	Couville

Tabl. 1 – Dimensions (mm) et poids (g) des haches du dépôt de Trelly.
***Table 1** – Sizes (mm) and weights (g) of Trelly axes.*

de cuivre et donc potentiellement une quantité faible de plomb, tandis que lorsque la teinte est grise, l'alliage devrait contenir plus de plomb et donc moins de cuivre (Giot *et al*., 1970).

L'analyse des échantillons par spectrométrie d'émission atomique par plasma à couplage inductif (ICP-AES) nécessite la mise des échantillons en solution. Pour cela, il faut, tout d'abord, préparer les solutions d'eau régale concentrée et d'eau régale 2/5. Les copeaux métalliques sont introduits dans 4 ml d'eau régale concentrée. Puis, on ajoute 6 ml d'eau déminéralisée dans le flacon. Cet ajout permet de diluer l'acide pour avoir une concentration égale à 2/5. En effet, lors de l'analyse par ICP-AES, la diminution de la concentration de l'acide permet de diminuer l'effet de matrice à un niveau tolérable pour l'analyse afin de ne pas détériorer le signal reçu pour tous les éléments (Mille et Bourgarit, 2000). Lors de la dernière étape, le flacon est complété avec 10 ml d'eau régale 2/5. Le flacon contient alors 20 ml d'eau régale 2/5 dans laquelle 40 mg de particules métalliques ont été dissous. La solution métallique a alors une concentration de 2 $g.L^{-1}$. La connaissance de cette concentration va permettre d'effectuer une gamme d'étalonnage dans un intervalle compris entre 0 et 2 $g.L^{-1}$.

L'étalonnage

Afin d'améliorer la précision des analyses, il a été décidé de réaliser deux séries d'étalons pour les éléments majeurs que sont le cuivre, l'étain et le plomb. Dans un premier temps, quelques étalons de cuivre, d'étain et de plomb ont été faits afin de couvrir l'ensemble de la fourchette de composition, permettant ainsi d'estimer de manière beaucoup plus fiable la composition des objets. Dans un deuxième temps (tabl. 2), un plus grand nombre d'étalons a été produit : ceux-ci ont été plus nombreux dans les gammes de compositions les plus représentées. L'ensemble de la gamme de variation a été toutefois couvert. Ainsi, les étalons sont fabriqués au plus près des objets, permettant ainsi une nette amélioration de la qualité des analyses. De plus, cinq étalons multi-élémentaires ont été préparés pour analyser les éléments suivants (tabl. 3) : arsenic, manganèse, bismuth, zinc, argent, antimoine, nickel, fer et cobalt.

Étalons	Cu (g/L)	Pb (g/L)	Sn (g/L)
Cu1	1 000	0	0
Cu2	1 500	0	0
Cu3	2 000	0	0
Pb1	0	100	0
Pb2	0	300	0
Pb3	0	400	0
Pb4	0	450	0
Pb5	0	500	0
Pb6	0	550	0
Pb7	0	600	0
Pb8	0	700	0
Pb9	0	900	0
Sn1	0	0	10
Sn2	0	0	20
Sn3	0	0	30
Sn4	0	0	50
Sn5	0	0	60
Sn6	0	0	70
Sn7	0	0	90
Sn8	0	0	150
Sn9	0	0	200

Tabl. 2 – Étalons mono-élémentaires pour le cuivre, le plomb et l'étain.

Table 2 – *Copper, lead and tin standards.*

	Concentration en éléments								
Étalons	As	Ni	Sb	Ag	Fe	Zn	Bi	Co	Mn
0	eau régale 2/5 uniquement								
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05	0,05	0,05
2	2	2	2	2	2	2	0,2	0,2	0,2
3	5	5	5	5	5	5	0,5	0,5	0,5
4	20	20	20	20	20	20	2	2	2
5	50	50	50	50	50	50	5	5	5

Tabl. 3 – Étalons multi-élémentaires pour l'arsenic, le manganèse, le bismuth, le zinc, l'argent, l'antimoine, le nickel, le fer et le cobalt.

Table 3 – *As, Mn, Bi, Zn, Ag, Sb, Ni Fe and Co standards.*

Le principe de l'analyse par spectrométrie d'émission atomique par plasma à couplage inductif

L'ICP-AES est une technique d'analyse chimique qui permet de déterminer la nature des atomes d'un échantillon. Pour cela, une source de chaleur permet d'exciter les atomes de cet échantillon. Cette source est un plasma, un gaz ionisé, porté à des températures élevées. Sous l'effet de cette excitation, un électron de chaque atome passe d'un niveau dit fondamental, qui est le plus stable, à un niveau énergétique plus grand, dit excité. Dans cette nouvelle configuration, l'atome est instable, ce qui entraîne le retour de l'électron à un niveau fondamental grâce à une succession de transitions électroniques. À chaque transition, l'électron va émettre une radiation caractéristique de l'atome et de la transition entre les deux niveaux énergétiques (Burgot et Burgot, 2006 ; Lissillour, 2001). L'analyse de chaque transition permet d'obtenir un spectre de raies. L'analyse des longueurs d'onde des pics obtenus permet de déterminer la nature de l'atome (Vogel, 2006). De plus, l'intensité d'un de ces pics permet de déterminer la concentration de l'élément dans l'échantillon. L'appareil d'ICP-AES utilisé au laboratoire est un modèle nommé 138 Ultrace de la marque Jobin-Yvon.

Les incertitudes de mesure et les problèmes rencontrés

Les incertitudes calculées correspondent essentiellement aux erreurs de manipulation au cours des pesées et de la mise en solution. Elle est de 1,6 % pour l'étain et le plomb, de 2,2 % pour le cuivre, et l'ensemble des éléments-traces.

La plupart des teneurs de cobalt, fer et manganèse des douilles des haches sont très faibles, de l'ordre des incertitudes de mesure. Ces données ne sont donc pas exploitables. L'argent pose des problèmes dus à la précipitation des ions argent (Ag^+) avec les ions chlorures (Cl^-) au moment de la mise en solution. Pour éviter ce phénomène, l'argent a été introduit en dernier. De plus, le pic de cet élément, lors de l'analyse des échantillons, présente l'allure très élargie d'une fonction gaussienne. Cette allure introduit donc un doute quant aux résultats obtenus. Les calibrations successives des étalons de zinc qui ont été effectuées n'ont jamais été satisfaisantes, ce qui nous a obligés à recommencer l'étalonnage pour cet élément. Il est alors légitime d'émettre des doutes sur les résultats obtenus pour le zinc, qui n'ont donc pas été exploités.

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Les haches du type de Couville

Composition globale de l'ensemble des haches du type de Couville

Ces résultats nous révèlent qu'à l'instar des autres haches à douille de type armoricain, celles du dépôt de Trelly contiennent beaucoup de plomb. Par contre, elles ne contiennent que peu d'étain (tabl. 4). Les teneurs en plomb et en cuivre présentent de fortes variations allant de 42,5 % à 93,6 % pour le cuivre et de 4,4 % à 56,2 % pour le plomb (fig. 3). Néanmoins, une majorité d'analyses se situe entre 55 et 80 % pour le cuivre et entre 17 et 42 % pour le plomb. Les teneurs en étain sont plus faibles, allant de 0,3 à 9 %. La majorité des analyses se situent

	Teneur en plomb (%)					Teneur en cuivre (%)					Teneur en étain (%)				
	Douille		Tranchant			Douille		Tranchant			Douille		Tranchant		
Hache	Analyse	Erreur	An.	Er.	Diff..	An.	Er.	An.e	Er.	Diff.	An.	Er.	An.	Er.	Diff.
9	29,9	1,0	31,6	1,0	1,7	66,6	2,9	65,0	2,8	1,5	3,2	0,1	3,0	0,1	0,2
10	34,5	1,1	35,9	1,2	1,4	63,9	2,7	62,6	2,7	1,3	0,82	0,05	0,80	0,05	0,02
11	29,0	1,0	32,3	1,1	3,3	68,9	3,0	65,6	2,8	3,3	1,63	0,06	1,61	0,06	0,02
12	28,9	1,0	35,3	1,2	6,4	69,1	3,0	63,1	2,7	6,1	1,42	0,05	1,25	0,05	0,18
13	25,4	0,8	25,1	0,8	0,3	70,7	3,0	70,8	3,0	0,1	3,4	0,1	3,5	0,1	0,1
14	35,2	1,2	35,5	1,2	0,3	64,0	2,8	63,7	2,7	0,3	0,52	0,03	0,53	0,03	0,01
15	25,3	0,8	26,6	0,9	1,3	70,8	3,0	68,8	3,0	1,9	3,2	0,1	3,3	0,1	0,1
16	32,9	1,1	43,7	1,4	10,8	64,7	2,8	53,9	2,3	10,8	2,00	0,07	1,90	0,06	0,10
17	56,2	1,9	42,3	1,4	13,9	42,5	1,8	55,9	2,4	13,4	0,23	0,01	0,34	0,02	0,11
18	4,4	0,1	23,6	0,8	19,2	93,6	4,0	74,9	3,2	18,8	1,33	0,05	1,03	0,04	0,30
19	4,7	0,2	29,0	1,0	24,2	90,2	3,9	67,1	2,9	23,2	4,6	0,1	3,6	0,1	1,0
20	37,7	1,2	32,7	1,1	5,0	58,5	2,5	63,0	2,7	4,6	3,1	0,1	3,5	0,1	0,4
21	24,3	0,8	32,6	1,1	8,3	73,8	3,2	65,7	2,8	8,1	1,47	0,05	1,27	0,05	0,20
22	38,4	1,3	32,2	1,1	6,2	59,6	2,6	65,5	2,8	5,9	1,57	0,06	1,86	0,07	0,29
23	16,7	0,5	16,5	0,5	0,2	74,0	3,2	73,9	3,2	0,1	8,6	0,3	9,0	0,3	0,3
24	25,9	0,9	27,4	0,9	1,5	71,9	3,1	70,6	3,0	1,3	1,81	0,07	1,63	0,06	0,17
25	18,0	0,6	32,0	1,1	13,9	79,2	3,4	65,8	2,8	13,3	2,22	0,07	1,70	0,06	0,52
26	32,2	1,1	28,2	0,9	3,9	65,1	2,8	69,1	3,0	4,0	1,31	0,06	1,25	0,05	0,06

Tabl. 4 – Teneur en plomb, cuivre et étain des haches du type de Couville du dépôt de Trelly.

Table 4 – *Lead, copper and tin contents of Couville-type socketed axes in the Trelly hoard.*

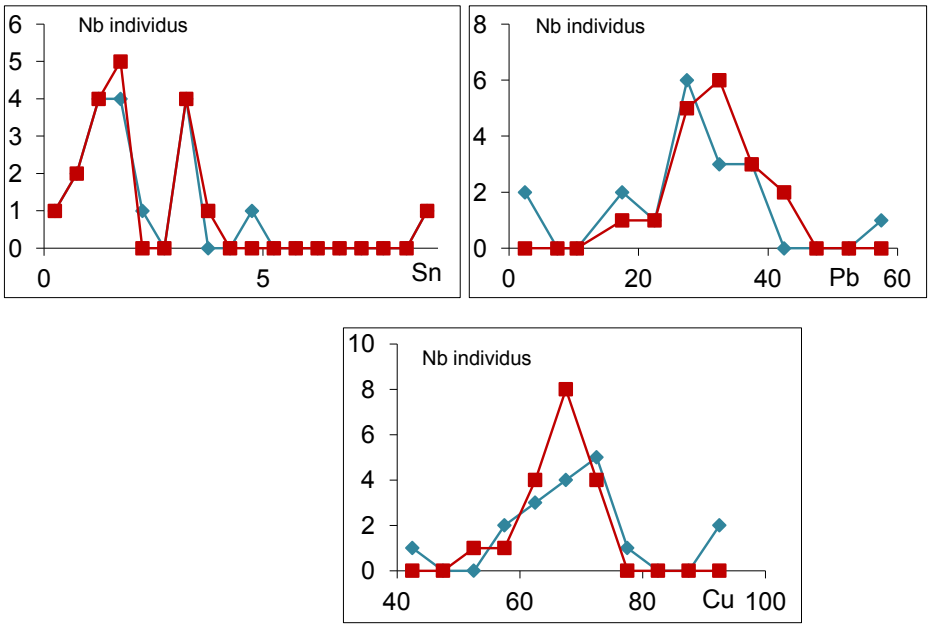

Fig. 3 – Répartition du nombre de haches en fonction des teneurs en cuivre, en plomb et en étain (bleu : douille ; rouge : tranchant).

Fig. 3– *Distribution of the number of axes according to copper, lead and tin contents (blue: socket; red: cutting edge).*

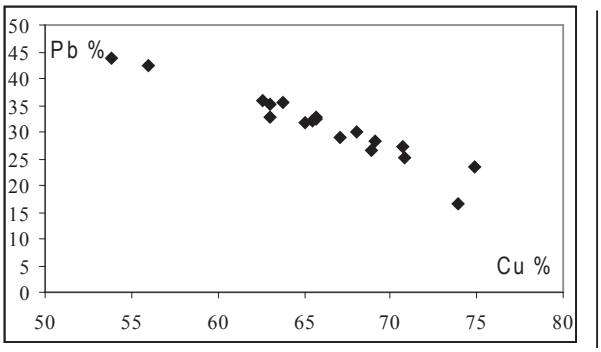

Fig. 4 – Évolution de la teneur en cuivre en fonction de celle en plomb dans les haches du type de Couville du dépôt de Trelly.

Fig. 4 – *Evolution of copper content/lead content in Couville-type socketed axes in the Trelly hoard.*

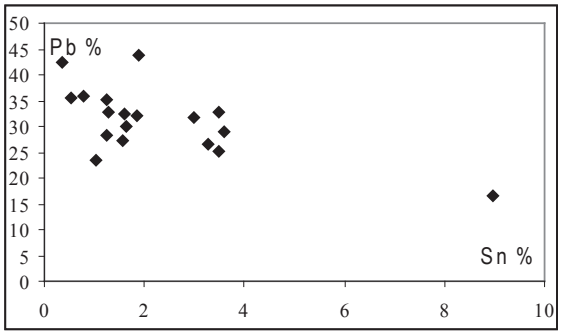

Fig. 5 – Évolution de la teneur en étain en fonction de celle en plomb dans les haches du type de Couville du dépôt de Trelly.

Fig. 5 – *Evolution of tin content/lead content in Couville-type socketed axes in the Trelly hoard.*

entre 0,3 et 4 % d'étain. Au niveau de la variation de ces éléments les uns par rapport aux autres, on peut se rendre compte que la teneur en cuivre varie inversement à celle du plomb (fig. 4). Ceci est essentiellement dû à un problème de mélange, l'addition des deux teneurs faisant pratiquement 100 %, quand l'un des composants est présent en plus grande quantité, l'autre diminue forcément. Il est difficile de se prononcer sur le comportement de l'étain (fig. 5). Bien que cela ne soit pas véritablement évident, il se pourrait que l'étain ait une légère corrélation positive avec le cuivre et négative avec le plomb. Ceci laisserait alors penser que l'on fabrique un alliage cuivre-étain dans un premier temps puis que l'on ajoute le plomb.

Une majorité des haches possèdent de très fortes teneurs en plomb. Ceci ne correspond pas aux observations faites par Pierre-Roland Giot et Jacques Briard (1975) qui mentionnaient la teneur toujours inférieure à 20 % en plomb des haches de petite taille (dont celles du type de Couville). Ils avançaient pour cela une raison technique : il fallait un liquide en fusion assez fluide pour passer dans les espaces de faible épaisseur des moules (faibles épaisseurs des cloisons latérales des haches). À la lumière de ces dernières analyses, de fortes teneurs en plomb ne semblent pas poser de réels soucis pour l'écoulement de l'alliage dans les moules, quelle que soit leur taille.

Les éléments-traces présentent dans l'ensemble des teneurs élevées mais aussi pour certaines éléments (nickel et cobalt) des teneurs très faibles : pour l'arsenic la teneur varie de 605 à 7 427 ppm (tabl. 5), pour l'antimoine de 218 à 5 573 ppm, pour le bismuth de 360 à 2 452 ppm, pour le zinc de 322 à 4 917 ppm, pour l'argent de 0 à 1 328 ppm, pour le fer de 0 à 1 114 ppm, pour le nickel de 5 à 89 ppm, et enfin pour le cobalt de 0 à 155 ppm. Les teneurs en cobalt et fer se situent au niveau des incertitudes de mesure : les chiffres ne doivent donc pas être pris avec exactitude. Les résultats du manganèse n'ont pas été donnés, les valeurs se situant en dessous du seuil de détection de la machine. On peut constater que la hache n° 18 possède la plus forte teneur en arsenic, tandis que la hache n° 29 présente des teneurs plus fortes en arsenic et antimoine.

Variation de composition de l'alliage et validation de la différence de composition entre les haches du type de Couville

Deux analyses ont été systématiquement effectuées sur chaque individu : l'une au tranchant, l'autre à l'ouverture de la douille (tabl. 4). À l'instar de la variation constatée sur la population globale des haches, la variation de teneur au sein d'un même objet peut être très importante (fig. 6). Elle concerne essentiellement les teneurs en cuivre et en plomb. Cette différence peut aller jusqu'à 24 % de plomb entre la douille et le tranchant, pour 23 % de cuivre et 1 % d'étain dans la hache n° 19. La différence peut être également très minime jusqu'à 0,2 % de plomb, 0,1 % de cuivre et 0,01 % d'étain. On peut donc constater que les variations de composition en plomb et cuivre entre les différentes haches au sein du dépôt ne sont pas significatives car elles correspondent aux variations que l'on observe au sein des individus. Même les teneurs extrêmes ne peuvent pas être considérées comme différentes de celles se situant aux alentours de la moyenne.

Ces variations dans la teneur en plomb peuvent être dues au fait que le plomb ne forme pas véritablement un alliage avec le cuivre et tend à se rassembler en gouttelettes au sein de la masse de cuivre. Le volume de prélèvement étant assez limité en fin de compte, il est possible de prélever certaines fois une quantité plus importante de plomb que de cuivre ou *vice versa*. Pour contrecarrer ce problème, il faudrait prélever des quantités plus importantes de métal de manière à moyenner les valeurs. Mais ceci n'est pas réellement possible sur des objets destinés peut être à être conservés dans un musée. Pour estimer cette variation, il est alors nécessaire d'analyser le plus grand nombre d'objets et / ou de faire deux prélèvements sur un certains nombre d'individus.

Il faut remarquer également qu'il n'y a pas de logique dans la variation de composition au sein des individus, les

	Teneur en arsenic (ppm)			Teneur en nickel (ppm)			Teneur en antimoine (ppm)		
Hache	Douille	Tranchant	Différence	Douille	Tranchant	Différence	Douille	Tranchant	Diff.
9	1013,16	903,13	110,03	51,67	45,98	5,69	285,97	252,15	33,82
10	4488,94	4017,56	471,38	59,70	55,86	3,84	497,23	458,21	39,02
11	1664,65	1589,32	75,33	49,31	48,28	1,03	422,61	402,06	20,55
12	1171,17	1121,47	49,70	41,52	40,75	0,77	1920,43	1881,45	38,98
13	1757,27	1842,81	85,54	70,37	76,64	6,26	584,84	625,93	41,09
14	605,17	621,01	15,85	33,13	30,62	2,51	350,13	352,99	2,86
15	1902,85	1939,69	36,84	79,35	89,04	9,69	595,09	614,30	19,21
16	1228,83	1169,61	59,22	75,80	67,77	8,03	547,21	522,40	24,81
17	7427,27	11194,67	3767,40	5,17	7,09	1,92	1165,04	1705,42	540,38
18	2644,06	2101,08	542,98	33,63	51,40	17,77	296,20	218,89	77,30
19	1135,65	970,86	164,79	64,09	64,96	0,86	394,13	310,51	83,62
20	3360,26	3647,97	287,71	57,82	62,46	4,64	638,99	693,53	54,54
21	2554,11	2195,87	358,24	40,68	37,51	3,18	420,42	349,28	71,13
22	2278,74	2622,72	343,98	43,94	45,34	1,40	250,63	277,40	26,78
23	3512,46	3344,38	168,08	55,41	54,15	1,26	802,77	822,81	20,03
24	868,69	817,28	51,41	67,10	69,76	2,67	830,77	745,77	85,00
25	1594,	1143,77	450,96	49,05	77,28	28,23	1557,31	1162,75	394,56
26	5519,13	5412,34	106,79	27,47	29,27	1,79	5240,99	5572,63	331,65

	Teneur en bismuth (ppm)			Teneur en fer (ppm)			Teneur en zinc (ppm)			Teneur en cobalt (ppm)		
Hache	Douille	Tranch	Diff.	Douille	Tranch.	Diff.	Douille	Tranch.	Diff.	Douille	Tranc.	Diff.
9	436,87	404,87	32,01	35,22	23,35	11,86	456,80	460,95	4,15	6,87	5,25	1,62
10	483,59	447,57	36,02	37,76	19,83	17,93	407,69	415,77	8,08	25,36	23,27	2,09
11	611,53	546,68	64,85	60,98	22,89	38,10	480,73	392,71	88,02	8,37	7,30	1,07
12	438,46	411,45	27,02	189,02	328,86	139,84	609,46	455,86	153,60	3,27	6,16	2,89
13	608,83	618,21	9,38	28,54	44,45	15,91	431,41	464,69	33,28	61,96	63,50	1,54
14	573,10	575,63	2,54	20,36	26,19	5,83	405,75	550,86	145,11	3,49	3,52	0,04
15	2157,06	2234,19	77,13	161,22	750,96	589,74	541,51	4917,25	4375,75	14,93	16,84	1,91
16	650,93	552,05	98,89	129,91	1014,48	884,57	372,03	335,69	36,35	81,54	70,41	11,13
17	858,84	740,58	118,26	12,69	11,43	1,26	463,85	322,51	141,34	1,50	1,10	0,40
18	567,52	455,64	111,88	457,18	353,72	103,46	567,76	483,83	83,93	94,87	155,54	60,67
19	639,67	472,30	167,37	97,68	105,24	7,56	566,73	446,13	120,60	110,51	102,44	8,08
20	2244,40	2031,74	212,66	31,27	82,38	51,11	418,05	428,76	10,71	24,00	25,00	0,99
21	709,60	631,56	78,04	46,66	177,99	131,33	488,26	659,01	170,74	27,38	24,57	2,81
22	510,77	499,94	10,83	23,80	49,78	25,99	393,00	412,36	19,36	30,13	28,12	2,01
23	689,09	644,41	44,68	65,22	79,25	14,03	462,05	495,55	33,50	8,59	10,12	1,53
24	360,38	419,79	59,41	14,70	1,37	16,07	630,32	502,06	128,26	34,16	0,00	34,16
25	1087,86	735,20	352,66	32,06	0,00	32,06	501,80	789,90	288,10	3,20	0,00	3,20
26	2451,73	2185,08	266,65	10,57	10,62	0,04	360,68	436,73	76,05	19,95	19,22	0,73

Tabl. 5 – Teneurs en éléments-traces des haches du type de Couville du dépôt de Trelly..

Table 5 – *Minor element contents of Couville-type socketed axes in the Trelly hoard.*

tranchants pouvant être enrichis ou appauvris en plomb (ou à l'inverse en cuivre) par rapport à l'ouverture de la douille. Ceci avait déjà été remarqué lors des analyses des séries d'objets au laboratoire d'anthropologie préhistorique de l'université Rennes 1 (Giot *et al*., 1970). Cette observation discrédite l'hypothèse d'un refroidissement différentiel du métal. En effet, le mélange cuivre-plomb est un faux alliage, les atomes de cuivre et de plomb ne s'associant jamais au sein d'une même structure cristalline. La texture microscopique laisse apparaître des gouttelettes de plomb dans une matrice cuivre-étain. L'hypothèse de l'enrichissement en plomb au tranchant est qu'au cours du

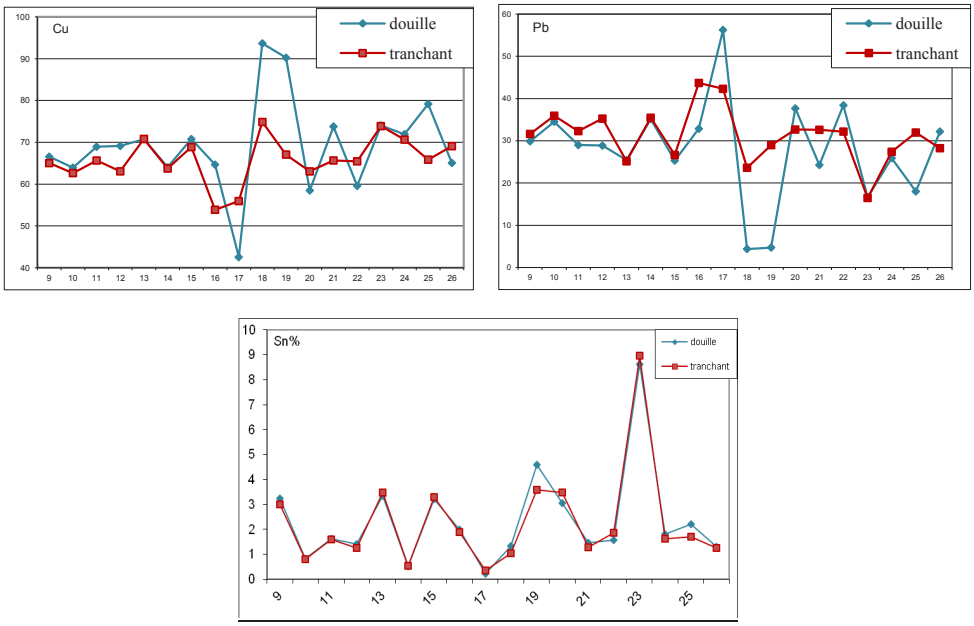

Fig. 6 – Teneur en cuivre, en plomb et en étain dans les haches du type de Couville du dépôt de Trelly.

Fig. 6 – *Copper, lead and tin contents in Couville-type socketed axes in the Trelly hoard.*

refroidissement de la hache dans le moule, les gouttes de plomb peuvent avoir le temps de tomber vers le fond du moule (qui correspond au tranchant) avant que l'ensemble ne soit suffisamment solide pour empêcher tout mouvement de matière. Ce phénomène ne semble pas avoir eu lieu ici, du moins cela ne se voit pas systématiquement.

La différence de teneur en étain au sein des individus est par contre nettement moins importante, de 0,01 à 1 %. Les variations de teneur en étain d'une hache à une autre sont donc significatives.

La différence de composition entre le tranchant et le bourrelet de la douille pour les éléments-traces est, dans la majorité des cas, nette sans être conséquente (fig. 7). Pour l'arsenic, la différence varie entre 16 et 471 ppm. Une seule hache (n° 17) présente une forte différence de l'ordre de 3767 ppm. C'est également cette hache qui présente la plus forte différence en antimoine (540 ppm) alors que la différence pour le reste des individus varie de 3 à 394 ppm. Cette particularité n'est pas visible pour les autres éléments traces. C'est le cas pour le nickel pour lequel la différence varie de 0,7 à 28 ppm, pour le bismuth dont la différence varie de 2,5 à 352 ppm, pour l'argent qui varie de 10 à 958 ppm et pour le fer dont la différence varie de 0 à 884 ppm. Malgré les soucis de calibration évoqués plus haut, il est possible de constater que les teneurs en zinc sont relativement stables (différence entre 40 et 288 ppm) sauf pour l'échantillon n° 15 pour lequel la différence est de 4 375 ppm.

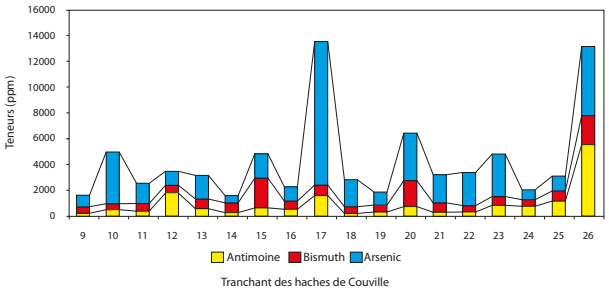

Fig. 7 – Variation des teneurs en arsenic, antimoine, bismuth et nickel dans le tranchant des haches du type de Couville du dépôt de Trelly.

Fig. 7 – *Variation of arsenic, antimony, bismuth and nickel contents in Couville-type socketed axes in the Trelly hoard.*

Quelques individus présentent donc de plus fortes teneurs pour certains éléments traces, mais ce ne sont pas les mêmes individus en fonction de la nature de l'élément chimique. Comme pour les éléments majeurs, la variation de quelques éléments d'une hache à autre est significative car au-dessus de la variation de l'alliage au sein des haches. C'est le cas pour l'arsenic, le bismuth et le zinc. Pour les autres éléments-traces les variations observées d'un objet à un autre ne sont pas significatives.

Les haches des types de Tréhou et de Plurien

Il n'y a qu'un seul individu représentant chaque type de hache. La hache du type de Plurien est riche en plomb (28-29 %) et possède une teneur en étain faible (4 %). Elle est homogène en composition (tabl. 6). La hache du type de Tréhou est plus riche en plomb et présente une hétérogénéité légèrement marquée : de 31 à 35 % pour le

Hache	Teneur en plomb (%)					Teneur en cuivre (%)					Teneur en étain (%)				
	Douille		Tranchant		Diff.	Douille		Tranchant		Diff.	Douille		Tranchant		Diff.
	Analyse	Erreur	An.	Er.		An.	Er.	An.	Er.		An.	Er.	An.	Er.	
1	28,8	0,9	28,0	0,9	0,8	66,6	2,9	67,6	2,9	1,0	4,0	0,1	3,8	0,1	0,2
2	35,0	1,2	31,4	1,0	3,6	64,2	2,8	67,7	2,9	3,6	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0

Tabl. 6 – Composition chimique en éléments majeurs des haches des types de Plurien (1) et de Tréhou (2).

Table 6 – *Lead, copper and tin contents of Plurien (1) and Tréhou (2)-type socketed axes in the Trelly hoard.*

plomb, de 64 à 68 % pour le cuivre. L'étain est quasiment inexistant dans l'alliage (0,4 %).

Les deux haches sont homogènes en composition lorsque l'on considère les éléments-traces (tabl. 7), et présentent donc des compositions très proches l'une de l'autre, sauf peut-être pour l'antimoine qui présente une légère différence.

Les bracelets et l'anneau

Seul l'anneau a pu être échantillonné deux fois. Les fragments de bracelets n'ont pu supporter qu'un prélèvement pour analyse. L'anneau 27 présente une petite variation de composition pour ce qui concerne les éléments majeurs : de 12 à 15 % pour le plomb, de 79 à 81 % pour le cuivre et de 5,8 à 6,2 % pour l'étain (tabl. 8). Les deux bracelets à décor d'incisions (analyses 6 et 30) ont de fortes teneurs en plomb (27 à 30 %) pour des teneurs en cuivre plus faibles (63 à 67 %) tandis que la teneur en étain reste similaire aux autres objets (5,8 à 6,2 %). Enfin, les deux bracelets à bossettes (analyse 28) et en roue d'engrenage (analyse 29) présentent les plus fortes teneurs en étain (6,4 à 10,3 %) pour des teneurs en plomb et cuivre relativement comparables aux autres objets. Il faut noter que les teneurs en plomb sont assez importantes cependant, et au-dessus des teneurs attendues si ces objets faisaient partie de l'horizon du Bronze final IIIb.

D'une manière générale, les teneurs en éléments-traces sont assez faibles (tabl. 9). La variation de composition sur ces objets est peu importante également. Ainsi, c'est l'échantillon n° 29 qui possède la plus forte teneur en arsenic (3 367 ppm) et les plus faibles teneurs en nickel (25 ppm), antimoine (147 ppm) et bismuth (480 ppm).

DISCUSSION

Comparaison des compositions des différents groupes d'objets : une signature identique pour l'ensemble du dépôt ?

Une petite différence est visible au niveau des éléments majeurs (Pb, Cu, Sn ; fig. 8) : les bracelets à bossettes et en roue d'engrenage ainsi que l'anneau sont appauvris en plomb par rapport à la majorité des haches du dépôt. Le rapport étain/cuivre n'est pas non plus conservé, du fait d'un léger enrichissement en étain de ces objets. Néanmoins, il n'est pas possible de considérer ces compositions comme différentes de l'ensemble car deux haches du type de Couville se localisent également dans la même zone du graphique, impliquant une même composition chimique. Les bracelets à décor d'incisions présentent un rapport plomb/cuivre concordant avec l'ensemble de la population, mais la teneur en étain est cependant plus élevée que pour les haches du type de Couville.

La très grande majorité des haches (des types de Couville, Plurien et Tréhou) se rassemblent dans une même zone du graphique. Trois haches du type de Couville ont une teneur en plomb nettement supérieure à celle des autres et une teneur en cuivre nettement inférieure tandis que la teneur en étain reste relativement stable. Deux

Haches	As (ppm)	Ni (ppm)	Sb (ppm)	Bi (ppm)
1D	2147,48	87,95	1207,85	848,56
1T	2363,25	95,46	1337,76	859,03
Différence	215,77	7,51	129,91	10,47
2D	2131,35	34,85	205,23	620,21
2T	2322,53	38,48	225,50	609,57
Différence	191,18	3,63	20,27	10,64

Tabl. 7 – Teneurs des haches des types de Plurien (1) et de Tréhou (2) en éléments mineurs et traces.

Table 7 – *Minor elements contents of Plurien (1) and Tréhou (2) -types socketed axes.*

Bracelets	Pb %		Cu %		Sn %	
	Analyse	Erreur	An.	Er.	An.	Er.
27 A	12,3	0,2	80,7	1,8	6,2	0,1
27 B	15,0	0,2	78,6	1,7	5,8	0,1
6	26,6	0,4	66,7	1,5	6,2	0,1
28	15,1	0,2	74,0	1,6	10,3	0,2
29	12,9	0,2	80,1	1,8	6,4	0,1
30	30,2	0,5	63,4	1,4	5,8	0,1

Tabl. 8 – Composition chimique en éléments majeurs des bracelets.

Table 8 – *Lead, copper and tin contents of bracelets.*

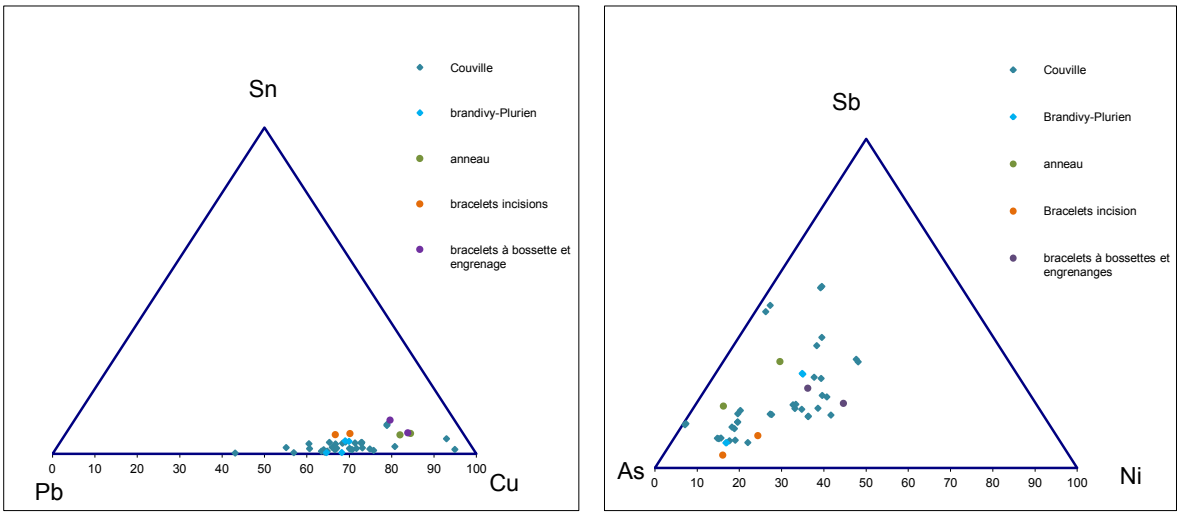

Fig. 8 – Comparaison de la composition chimique de l'ensemble des objets du dépôt de Trelly, pour les éléments majeurs (figure de droite) et pour les éléments en trace (figure de gauche).

Fig. 8 – *Comparative chemical compositions of all the Trelly artefacts: major elements Cu, Pb, Sn (left) and minor elements As, Sb, Ni (right).*

haches du type de Couville présentent une teneur beaucoup plus importante en cuivre tandis que la teneur en plomb chute et que la teneur en étain reste stable.

Au niveau des éléments-traces (fig. 8), la dispersion des points d'analyse représentant les haches est plus importante que pour les éléments majeurs. Néanmoins, on peut remarquer un mélange plus homogène pour l'ensemble des objets. Ceci pourrait marquer une signature du dépôt, dans l'hypothèse où ces objets sont fabriqués à partir des mêmes matières premières : cuivre, plomb, étain.

Le fait d'analyser l'ensemble des objets du dépôt permet d'obtenir une donnée supplémentaire : la quantité de chaque métal nécessaire pour la fabrication de l'ensemble de ces objets. La fabrication des objets du dépôt de Trelly a nécessité environ 591 g de plomb, 47 g d'étain et 1 338 g de cuivre. L'accumulation de ce type de données permettra à terme d'avoir une estimation des flux de matière pour une époque donnée dans une zone géographique précise. Actuellement, ces données difficilement estimables du fait de la très forte variabilité de composition de ces haches à douille.

Quelle implication pour la datation de ce dépôt et pour l'ensemble des dépôts de haches à douille en général ?

La présence de bracelets en roue d'engrenage et à bossettes, objets caractéristiques de la période du Hallstatt D1-D2, est un argument supplémentaire pour dater les dépôts de haches à douille de type armoricain de cette période, et non du Bronze final III. Il fallait cependant vérifier la composition chimique de ces objets. Une différence nette de composition entre les bracelets et les haches aurait montré que ces deux types d'objets n'avaient pas été fabriqués avec les mêmes matériaux de départ. Autre hypothèse possible de cette différence, les haches à douille auraient pu être produites à une époque antérieure et réemployées à la période du Hallstatt D1-D2.

Ainsi, la parenté de composition chimique entre les haches à douille de type armoricain et les bracelets de type Hallstatt D1-D2, même si elle ne prouve pas leur stricte contemporanéité, ne contredit pas cette hypothèse.

C'est la récurrence de ce type d'assemblage dans les dépôts, haches à douille de type armoricain et parures

Bracelets	As (ppm)		Ni (ppm)		Sb (ppm)		Bi (ppm)	
	Analyse	Erreur	Analyse	Erreur	Analyse	Erreur	Analyse	Erreur
27 A	2967,37	65,28	98,39	2,16	910,04	20,02	703,93	20,02
27 B	2634,05	57,95	78,31	1,72	712,08	15,66	771,77	15,66
6	2143,90	47,16	48,77	1,07	598,86	13,17	596,97	13,17
28	1731,06	38,10	80,60	1,77	812,12	17,87	787,52	17,87
29	3366,75	74,07	24,68	0,54	147,57	3,24	480,16	3,24
30	1729,88	38,06	132,22	2,91	746,34	16,41	717,41	16,41

Tabl. 9 – Teneurs des bracelets en éléments mineurs et traces.

Table 9 – *Minor elements contents of Trelly bracelets*

du Hallstatt D1-D2, et l'analyse chimique systématique de ceux-ci, qui, de concert avec l'examen critique des données anciennes (Menez *et al*., 2005 ; Gomez de Soto *et al*., 2009), permettront d'acquérir un nombre suffisant de données pour former un faisceau convergeant d'observations permettant ainsi une démonstration sans équivoque.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le dépôt de Trelly comporte de nombreuses haches à douille de type armoricain, essentiellement du type de Couville mais également du type de Plurien et du type de Tréhou, ainsi que des fragments de bracelets à décor d'incisions, en roue d'engrenage et à bossettes du Hallstatt D1-D2.

L'analyse chimique quasi-intégrale du dépôt a permis de voir que la composition de l'ensemble des objets est relativement homogène au niveau des éléments-traces, laissant présager une origine commune des matériaux d'origine dont probablement le cuivre. Néanmoins, devant le manque de données comparatives (analyses chimiques récentes), il n'est pas réellement possible de dire si à ce niveau de différence, le dépôt est, comme il le semble, réellement homogène ou pas.

La parenté de composition entre les haches et les bracelets ne contredit pas non plus la possibilité de la contemporanéité de fabrication de l'ensemble de ces objets. Les haches à douille de type armoricain paraissent donc bien avoir été fabriquées à l'âge du Fer et non comme on le croit encore souvent à la fin de l'âge du Bronze.

Le fait d'analyser deux échantillons pris en deux points différents dans chaque hache a permis de voir leur grande hétérogénéité en cuivre et plomb quant aux teneurs en cuivre et plomb au sein des mêmes individus. Des compositions différentes d'une hache à une autre ne sont donc pas significatives. Ceci n'est pas vrai pour l'étain pour lequel des différences de teneurs supérieures à 1 % sont significatives. Il n'est donc pas possible de classer les haches sur la seule base des teneurs en cuivre et en plomb, seule la variation de la teneur en étain pourrait être pertinente.

L'analyse intégrale de plusieurs dépôts de même type sur une même zone géographique permettrait de voir s'il existe une signature locale ou régionale, marquant alors de mêmes techniques métallurgiques et un approvisionnement identique en matières premières.

Le fait d'analyser un grand nombre d'échantillons au sein d'un même dépôt permet de voir la dispersion des éléments traces, et de se rendre compte si le dépôt est homogène. Dans le cas d'une forte hétérogénéité, il serait possible d'avancer l'hypothèse du réemploi de métaux plus anciens. Pour confirmer ceci, il s'agira de prendre en compte plusieurs dépôts de ce même horizon métallique, mais également des dépôts des horizons métalliques plus précoces.

Remerciements : Nous remercions le service régional de l'Archéologie de Basse-Normandie et son conservateur régional, M. François Fichet de Clairfontaine, pour nous avoir donné accès à ce dépôt et pour avoir accepté la réalisation des prélèvements nécessaires aux analyses. Ce travail a été réalisé avec l'aide de M. Fabien Delrieu, alors ingénieur d'études à la DRAC de Basse-Normandie. Merci enfin à M. Antoine Verney, conservateur du musée de Bayeux, qui nous a confié sa base de données des objets à base cuivre de Normandie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Briard J. (1965) – *Les dépôts bretons et l'âge du Bronze atlantique*, Rennes, faculté des sciences de Rennes (Travaux du laboratoire d'anthropologie préhistorique), 353 p.

Briard J., Eluère C., Mohen J.-P., Verron G. (1983) – Mission au British Museum : objets de l'âge du Bronze trouvés en France, I. Les ensembles, *Antiquités nationales*, 14-15, p. 24-58

Burgot G., Burgot J.-L. (2006) – *Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications,* 2e éd., Paris, Lavoisier, 320 p.

Giot P.-R., Bourhis J.-R., Briard J. (1970) – *Analyses spectrographiques d'objets préhistoriques et antiques. Deuxième série,* Rennes, faculté des sciences de Rennes (Travaux du laboratoire d'anthropologie préhistorique), 60 p.

Giot P.-R., Briard J. (1975) – *Analyses spectrographiques d'objets préhistoriques et antiques. Troisième série,* Rennes, faculté des sciences de Rennes (Travaux du laboratoire d'anthropologie préhistorique), 66 p.

Gomez de Soto J., Bourhis J.-R., Marcigny C., Menez Y., Rivallain J., Verron G. (2009) – Pour en finir avec le Bronze final ? Les haches à douille de type armoricain en France, *in De l'âge du Bronze à l'âge du Fer en France et en Europe occidentale (Xe-VIIe siècle av. J.-C.),* actes du XXXe colloque de l'AFEAF, co-organisé avec l'APRAB (Saint-Romain-en-Gal, 2006), Dijon, Revue archéologique de l'Est (Supplément à la *Revue archéologique de l'Est*, 27), p. 507-512.

Lissillour R. (2001) – *Chimie théorique : application à la spectroscopie*, Paris, Dunod, p. 38-89.

Menez Y., Gomez de Soto J. (2006) – L'habitat de Kergariou à Quimper, *Bulletin de l'Association française pour l'étude de l'âge du Fer*, 24, p. 83-85.

Menez Y., Gomez de Soto J., Dupré M. (2005) – *Quimper – Finistère. L'habitat de l'âge du Fer de Kergariou*, rapport d'opération préventive, Rennes, service régional de l'Archéologie, 36 p.

Milcent P.-Y. (1994) – L'âge du Fer en Armorique à travers les ensembles funéraires (IXe-IIIe siècle avant J.-C.), *Antiquités nationales*, 25, p. 17-50.

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*, 24, p. 13-26.

Rivallain J. (1971) – *Contribution à l'étude du Bronze final en Armorique. Élaboration d'une méthode appliquée aux dépôts de haches à douille armoricaines*, Rennes, université de Haute-Bretagne, 146 p.

Verney A., (1993) – Les nécropoles de l'âge du Fer en Basse-Normandie, bilan de trois siècles de découvertes, *in Les Celtes en Normandie, rites funéraires en Gaule (IIIe-Ier siècle avant J.-C.)*, Rennes, Revue archéologique de l'Ouest (Supplément à la *Revue archéologique de l'Ouest*, 6), p. 95-113.

Verney A. (1999) – Dépôt de Trelly, Manche, *in Nos ancêtres les Gaulois aux marges de l'Armorique, De l'âge du Bronze à l'âge du Fer aux marges de l'Armorique*, Nantes, musée Dobrée, p. 20.

Verney A., Desloges J. (1998) – Trelly, Le Torvet, *in Bilan scientifique de la région Basse-Normandie*, SRA-DRAC Basse-Normandie, ministère de la Culture et de la Communication, Caen, p. 70.

Vogel A. L. (2006) – *Analyse chimique quantitative*, 6e rééd. de J. Mendham *et al*., traduction et révision scientifique de la 6e éd. américaine par J. Toullec et M. Mottet, Bruxelles, De Boeck.

Bérenger Aranda
Étudiant, Université Rennes 1,
UMR 6566 « CReAAH »
aranda_berenger@yahoo.fr

Cécile Le Carlier de Veslud
CNRS, UMR 6566 « CReAAH »
cecile.lecarlier@univ-rennes1.fr

Cyril Marcigny
INRAP Basse-Normandie
UMR 6566 « CReAAH »
Le Chaos, 14400 Longues-sur-Mer
cyril.marcigny@wanadoo.fr

Jean-Christophe Le Bannier
CNRS, UMR 6566 « CReAAH »
jean-christophe.le-bannier@univ-rennes1.fr