



HAL
open science

Réflexion théorique sur la pesée des objets métalliques en archéologie, l'exemple de la protohistoire européenne

Ewa Wyremblewski

► **To cite this version:**

Ewa Wyremblewski. Réflexion théorique sur la pesée des objets métalliques en archéologie, l'exemple de la protohistoire européenne. Cahier des thèmes transversaux ArScAn, 2008, VIII, pp.74-80. hal-02234877

HAL Id: hal-02234877

<https://hal.science/hal-02234877>

Submitted on 1 Aug 2019

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.

Réflexion théorique sur la pesée des objets métalliques en archéologie, l'exemple de la protohistoire européenne

Ewa WYREMBLEWSKI¹
(UMR 8164- CNRS, Lille 3)

Ewa Wyremblewski, doctorante Allocataire Monitrice à l'université Charles-de-Gaulle-Lille 3 en protohistoire européenne sous la direction de Anne Lehoërff (maître de conférences en protohistoire européenne, membre de l'IUF, directrice du laboratoire d'étude de la métallurgie des métaux cuivreux), HALMA-IPEL – UMR 8164 (MCC, CNRS, Lille 3) et que je remercie pour son soutien lors de la rédaction de cet article.

La protohistoire européenne se définit comme une rupture par rapport à la période précédente, mais il existe différentes « écoles » pour lesquelles, soit la maîtrise des métaux constitue le fait majeur de cette rupture, soit la phase de sédentarisation de l'homme justifie le passage de la préhistoire à la protohistoire. À l'université de Lille, dans le cadre de l'enseignement dispensé, il est considéré que c'est avec la sédentarisation que débute la période protohistorique.

Les objets métalliques ont très tôt intéressé les érudits qui les collectionnaient à la manière des antiquaires des XVIII^e et XIX^e siècles. Les artefacts métalliques apportent en effet des connaissances sur les sociétés protohistoriques. Parmi les études qui ont été entreprises, la typochronologie, développée par C. Thomsen puis O. Montelius, se base sur des comparaisons d'objets. Comparer signifie que l'on trouve des ressemblances et des différences entre les artefacts. Cependant, qu'est-ce qui ressemble à quoi, selon qui ? Comment choisir les critères qui semblent plus importants à certains qu'à d'autres ? Or, afin que l'historien comprenne et interprète les artefacts métalliques, il doit les classer. Pour cela, différentes méthodologies existent : le classement selon des typologies déjà établies comme la *Typologie des objets de l'âge du bronze en France*, éditée en plusieurs fascicules par la Commission du bronze de la Société Préhistorique Française, depuis les

années 1970 ; ou un classement selon d'autres points de vue, qui tentent de se rapprocher de l'artisan ou de l'utilisateur de l'objet, en ayant recours à l'archéologie expérimentale par exemple (Expérimentation en archéologie, bilan et perspectives 1991). L'élaboration de données ethnologiques permet de comprendre la manipulation de l'objet et ses évolutions morphologiques liées au progrès technique, au-delà de l'habituelle classification.

L'objectif est double : comprendre comment tel objet a été fabriqué et utilisé, puis comment s'est-il transformé dans le temps et dans l'espace. L'objet a été élaboré afin de répondre à un besoin et il est intimement lié à celui qui l'a fabriqué d'abord et à celui qui l'a utilisé ensuite (Leroi-Gourhan 1943 et 1945)¹. Les techniques de fabrication employées peuvent être décrites par le biais d'une chaîne opératoire qui rassemble des informations sur les matières, les outils et les gestes lors de la réalisation d'un objet (Balfet 1991). Celle-ci est un schéma conceptuel qui permet de retranscrire les différentes étapes de fabrication de l'objet. Pour les métaux, ces observations complétées par des analyses de composition de l'alliage permettent d'identifier les procédés de fabrication, d'évaluer le savoir-faire technique de l'artisan et de reconstituer ces

¹ - André Leroi-Gourhan est à l'origine de l'école technologique, mais il n'a pas travaillé sur les métaux en particulier.

chaînes opératoires (Lehoërff 1999).

Une précision supplémentaire devrait figurer dans chaque étude, comme la masse, qui a pour avantage d'être une donnée objective. D'un point de vue terminologique, il est plus pertinent de parler de masse, que de poids. La pratique quotidienne tend à assimiler « masse » et « poids ». Or, le poids d'un objet correspond à la force de pesanteur qui s'exerce sur lui et n'est pas constant à la surface de la terre. Le poids varie avec la latitude et l'altitude. En revanche, la masse est inhérente à l'objet et caractérise la quantité de matière en tant que telle sans dépendre des conditions extérieures.

Il s'agit ici d'attirer l'attention sur le fait que méthodologiquement peser tous les artefacts métalliques de façon systématique apporterait des éléments de connaissance sur les sociétés anciennes.

Or, la première constatation est que tous les objets métalliques issus des fouilles ne sont pas systématiquement pesés. Des différences de traitement existent selon les matériaux et c'est notre vision moderne qui doit en être à l'origine. Dans la société actuelle, la valeur d'un objet métallique passe par sa quantité de matière. À titre indicatif, actuellement, le prix au kg de l'or est de 15 700 euros², celui du cuivre est de 8 euros³, celui de l'étain est de 8,5 euros⁴ et le fer au kg est à moins d'un euro⁵.

Le fer, matériau ingrat de part sa nature moléculaire, est souvent laissé pour compte. Tout ce qui se rapporte à la « quincaillerie », clous, agrafes, semble sans intérêt la plupart du temps. Néanmoins, Jean-Paul Guillaumet a élaboré une

méthode d'étude des objets métalliques ferreux dans *Paléomanufacture métallique*, publiée en 2003. Dans les rapports de fouilles, la masse n'est quasiment jamais mentionnée ; certains objets sont pesés lorsqu'il s'agit d'un vestige qui, pour le découvreur, ressemble à quelque chose qu'il connaît. Pour les alliages cuivreux, le « bel objet » est toujours étudié, sans pour autant spécifier la masse, alors que les vestiges informes ne le sont pas forcément. Les artefacts en or sont quant à eux plus généralement pesés car le seul fait d'être dans ce matériau noble attire de suite les soins du découvreur. Cela est flagrant dans les catalogues d'exposition, où sur une même planche mêlant objets en fer, en alliages cuivreux ou en or, seuls ces derniers portent la mention « poids ».

Par ailleurs, les vestiges métalliques, selon qu'ils sont découverts en contexte d'habitat, funéraire ou de dépôts, ne sont pas étudiés de la même façon. Les dépôts commencent maintenant à être systématiquement pesés, suivant l'exemple de Maréva Gabillot (Gabillot 2003)⁶. Mais les informations sont encore rares. Claude Mordant rappelle dans un article sur le flux de métal et le recyclage dans les sociétés de l'âge du bronze que « pour les dépôts, il n'a pas été possible de leur attribuer une masse réelle ou restituée car les éléments pour ce travail manquent... » (Mordant 2004 : 266). En contexte d'habitat, alors que la découverte de vestiges métalliques est assez rare, la masse n'est quasiment jamais indiquée pour ce type de découverte. Quant aux sites en contexte funéraire, le bilan est encore mitigé. Qu'il s'agisse des rapports de fouilles, d'ouvrages, de catalogues d'exposition ou d'articles, le constat est que la majorité des publications ne mentionne pas cette donnée, bien qu'elle apparaisse plus souvent dans les travaux récents.

Toutefois, pour établir un programme

2 - Prix au kg du 24 janvier 2007, sur www.egf-smp.com/cours-or-devises.html (La société des métaux précieux).

3 - Prix au kg du 24 janvier 2007, sur www.journaldunet.com/economie (JDN économie).

4 - Prix au kg du 24 janvier 2007, sur www.journaldunet.com/economie (JDN économie).

5 - Prix au kg du 24 janvier 2007, sur www.leblogfinance.com (Le blog finance).

6 - Thèse sous la direction de Claude Mordant (professeur de protohistoire européenne à l'université de Bourgogne) soutenue en 2001 et publiée en 2003 dans la collection BAR.

d'étude sur la métallurgie, il faut entrer des données, y compris la masse. Il faut peser tous les objets métalliques, même les vestiges les plus informes et ce quel que soit le contexte. Une étude commence par une problématique et la collecte des données vient ensuite. La description des vestiges est un facteur commun à quiconque entreprenant ce type d'étude. L'objectif étant de reconstituer la chaîne opératoire et de la rapprocher des sociétés qui l'ont mise en place.

Dans un classement, plusieurs critères apparaissent habituellement : techniques (matériaux, types de fabrication...); morphologiques, en relation avec les typologies; métriques (hauteur, largeur, longueur, diamètre...), mais la masse n'apparaît que très rarement.

L'histoire de l'archéologie peut expliquer que la masse soit si peu souvent mentionnée. À la fin du XIXe siècle, fouiller, enregistrer les données et les analyser sont devenues les étapes constituant une étude archéologique (Schnapp 1998). Avec C. Thomsen (1788-1865) tout d'abord, il devient nécessaire d'établir des comparaisons entre les objets et surtout des groupes, plutôt qu'étudier l'objet seul. À la manière des sciences naturelles donc, on classe les artefacts, en les différenciant par matériaux. De la même façon que les naturalistes au XVIIIe siècle élaborent les « époques de la nature », Thomsen et son assistant J. Worssae à Copenhague dressent une théorie de la succession des âges de la pierre, du bronze et du fer. La démarche scientifique est par essence classificatoire. Elle s'efforce de découper le réel en différentes unités, rassemblées ensuite dans des catégories représentant chacune un type. Tout comme la zoologie classe les animaux en familles, en genres et en espèces dotés de caractéristiques communes, O. Montelius (1843-1921) élabore un classement des outils protohistoriques. À cette époque donc, les données sont analysées dans le but de constituer des typologies, de faire des planches comparatives d'objets. Tout cela est lié aussi à l'esprit de collection de l'époque. Au

même titre que l'échantillonnage minéralogique, on récolte des objets archéologiques détournés de leur contexte initial, et la donnée « masse » n'a pas de valeur. Montelius isole le mobilier le plus ancien du plus récent afin d'observer une évolution et de faire des parallèles entre les évolutions biologiques et celle des artefacts. Il cherche les continuités et les ruptures au sein d'une culture, en s'appuyant sur une observation morphologique de l'objet. Aujourd'hui, bien que le système évolutionniste ne soit plus la seule analyse envisageable, cette idée reste la base de la chronologie. Dans les travaux actuels, les analyses continuent de se développer en s'appuyant sur les travaux typologiques de C. Thomsen ou O. Montelius. L'étude du mobilier à travers la création d'une typo-chronologie est une chose, mais dans un second temps, ce mobilier doit être confronté avec son environnement technique et ethnologique. L'étude de l'objet permet d'évaluer des progrès techniques réalisés sur une longue période.

Il faut revenir davantage sur l'objet lui-même en prenant en compte des critères simples de description qui lui sont intrinsèques. Cette idée est née dans les années 1990, au sein d'une dynamique centrée autour de Michel Pernot⁷ et du Laboratoire de Recherches des Musées de France⁸. Dans un cadre pluridisciplinaire, des chercheurs et étudiants issus de l'archéologie, des sciences des matériaux et de la restauration ont pris conscience que les objets métalliques devaient être pesés. Véronique Collin et Luc Robbiola⁹ ont travaillé sur la corrosion, ainsi qu'Antoine Verney¹⁰ qui est l'un des premiers à mentionner systématiquement la masse des objets quels qu'ils soient (armes, parures, identifiables

7 - Directeur de recherche au CNRS – Bordeaux 3 (Centre de Recherches en Physique Appliquées à l'Archéologie) ; Pernot 1998.

8 - Aujourd'hui C2RMF, centre de recherches et de restauration des musées de France.

9 - V. Collin : thèse soutenue en 1990 sous la direction de M. Federoff ; L. Robbiola : thèse soutenue en 1990, sous la direction de C. Friaud.

10 - Conservateur au musée Baron-Gérard (spécialiste de l'âge du bronze).

ou non...) dans un article écrit avec J. Desloges (Verney & Desloges 2000). Mais c'est surtout Maréva Gabillot qui fut au cœur de cette recherche avec son travail de thèse (Gabillot 2003). Cependant en France, malgré cette impulsion, la pesée systématique des artefacts métalliques reste marginale.

La masse est pourtant une donnée à replacer dans l'histoire de la société, d'un point de vue économique et technique. Par rapport au cadre économique, l'idéal serait de connaître la valeur de l'objet en son temps et de l'intégrer dans le système des échanges. Pour l'histoire des techniques, plusieurs questions se posent : comment l'objet a-t-il été fabriqué ? Est-il possible d'estimer sa durée d'utilisation moyenne et sa durée de circulation ? C'est pourquoi il s'agit d'une histoire sociale car l'objectif est de comprendre les rapports entretenus par l'homme avec un objet ainsi que ses implications dans la société : jette-t-il l'objet, le met-il volontairement hors de la circulation ou essaie-t-il de le réparer ?

La masse des objets métalliques permettrait de répondre à des problématiques centrées sur l'identification, la fonctionnalité et les restitutions par le biais de l'archéologie expérimentale. Identifier un objet est parfois difficile ainsi que la reconstitution d'une chaîne opératoire (Buchsenschutz 1987). La solution est d'avoir recours à d'autres sources de renseignements : pourquoi pas la masse ?

Elle est un critère pour comprendre l'évolution d'une famille d'objets dans le temps et l'espace ou pour démontrer des différences ou non à l'échelle d'une région, d'un pays... Un pesage plus systématique est nécessaire, afin de voir à plus grande échelle s'il y a une masse moyenne pour une catégorie « x » d'objets et voir ensuite s'il y a certains objets qui se distinguent par leur masse. Cela permet également de se faire une idée de la consommation du métal à une époque donnée, donc de la quantité de métal utilisée. Il

est évident qu'il ne s'agit que d'une estimation et que l'on ne peut pas tout quantifier, sans oublier de prendre en compte le facteur « recyclage ».

La démarche suivie dans la thèse de Françoise Pennors, soutenue en décembre 2004 sous la direction de Patrice Brun, est une piste qu'il faut exploiter¹¹. Elle tente une analyse statistique de l'ensemble des dépôts et trouvailles isolées d'objets cuivreux de l'âge du bronze en France et élabore des référentiels de poids par type d'objets permettant ainsi d'évaluer la masse métallique des dépôts à 5,96 t., sur près de 1400 ans. De même, Fr. Pennors a mis en place dans son DEA une formule qui permettrait de retrouver la masse d'un objet métallique à partir de fragments, car une des limites de la quantification métallique est évidemment le nombre d'objets fragmentés. Cependant, M. Gabillot est revenue sur cette formule en démontrant que le facteur de proportionnalité entre les masses restituées et les masses réelles n'est pas constant (Gabillot 2000). Toutefois, il s'agit là d'un axe de recherche dont la méthode reste à trouver.

Estelle Gauthier¹² a tenté dans sa thèse, sous la direction de Claude Mordant et Miklós Szabó¹³, une évaluation globale des quantités de métal retrouvées dans une région donnée tout au long de l'âge du Bronze. Dans une récente communication sur le Jura et les plaines de la Saône (Gautier, à paraître), elle démontre par exemple qu'entre le Bronze moyen (-1600/-1350) et le Bronze final I (-1350/-1100), malgré une augmentation des objets, la masse métallique de l'ensemble baisse. Il serait intéressant de réaliser des constatations de ce genre pour d'autres zones géographiques, afin d'établir des liens ou de faire des rapprochements entre toutes ces données sur

11 - Françoise Pennors, *Analyse fonctionnelle et pondérale des dépôts et trouvailles isolées du bronze en France*, Thèse de doctorat, sous la direction de Patrice Brun (CNRS - Universités de Paris I et Paris X), 2004.

12 - Maître de conférences en Archéologie à l'université de Besançon.

13 - Professeur d'archéologie antique et protohistorique à l'université de Budapest.

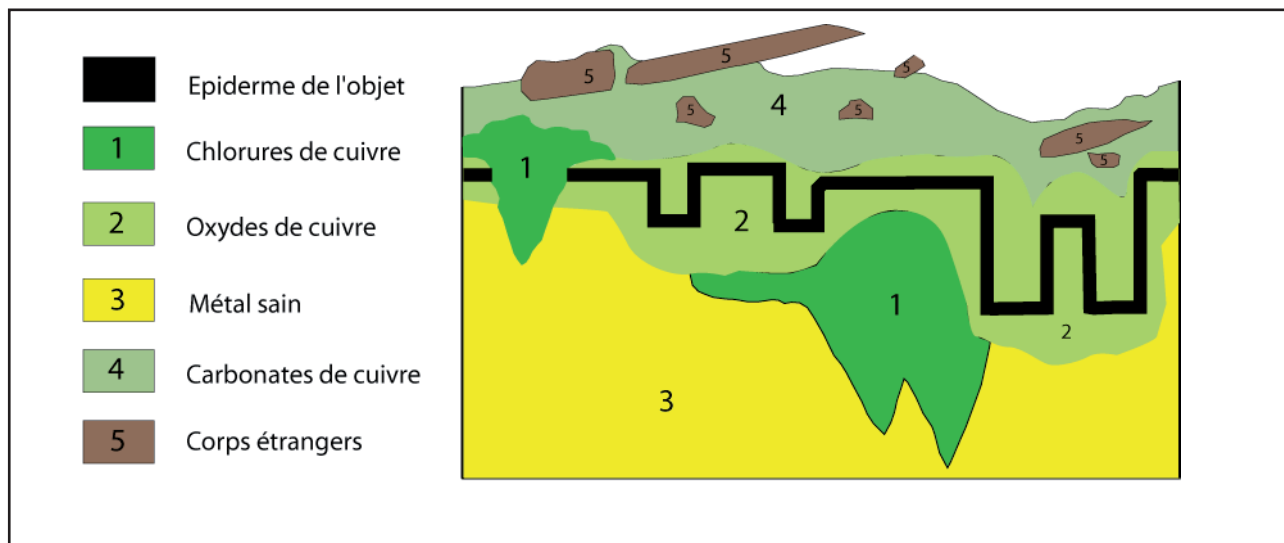


Fig. 1 : croquis d'une vue en coupe d'un objet en alliage cuivreux se corrodant. Extrait et modifié de Meyer N. & Relier C. 1987: 64.

une grande échelle.

Néanmoins, un des facteurs limitant cette démarche reste la corrosion. Il existe quelques publications au sujet de la corrosion des objets métalliques anciens (Bertholon 2002 ; Collin 1990 ; Robbiola 1990), mais très peu concernant son influence sur la masse métallique. Vincent Serneels¹⁴ travaille sur cette question, principalement pour le fer. Il s'agit d'un phénomène complexe qu'il est possible d'observer avec de l'expérience.

Les alliages à base de cuivre subissent une corrosion qui produit des minéraux secondaires relativement stables qui entraînent l'arrêt du processus de corrosion (fig. 1). La perte en métal de l'objet est en relation avec sa surface. Pour une tôle, cela peut représenter beaucoup, alors que pour une barre de forte section, cela représente moins. En estimant que la corrosion va de 0 à 100 %, pour une tôle de 5 mm d'épaisseur, si la profondeur de la corrosion est seulement de 1 mm, cela affecte 40 % du volume de l'objet. Pour un bloc de 1000 cm³ (ce qui correspond à 1 litre), la corrosion n'affecte que 0,8 % du volume ce qui est quasiment négligeable.

14 - Professeur au département des géosciences de Fribourg (Suisse). Le discours sur la corrosion qui suit est élaboré à partir d'un entretien avec V. Serneels.

Au départ, le métal a une densité de l'ordre de 9 kg/litre. Les produits de corrosion ont une densité nettement moindre de l'ordre de 1 à 2 kg/litre, mais cela est très variable. Le volume corrodé perd donc environ 80 % de sa masse.

Pour les métaux ferreux, la corrosion ne s'arrête pas, elle ralentit seulement avec la profondeur. Dans certaines conditions, la corrosion n'affecte qu'une pellicule de surface, lorsque le fer a été brûlé, lorsqu'il est conservé dans un milieu à l'abri de l'oxygène (milieu sous-marin ou saturé en eau) ou à l'abri de l'humidité (désert) ; les pires conditions sont une exposition à l'air humide et particulièrement à l'air marin. La corrosion pénètre sur plusieurs centimètres. Mais il s'agit du même raisonnement : la corrosion agit par rapport à la surface. L'importance de la perte est donc proportionnelle à la surface. Il faut, pour le fer, compter des profondeurs «normales» de corrosion de l'ordre de 5 à 10 mm. Pour un objet en forme de tige ou de plaque, la perte (en pourcentage de l'objet) est beaucoup plus grande que pour un objet massif. Par conséquent, il est difficile d'estimer la quantité de matière métallique qui est perdue ou qui se transforme lors du processus de corrosion. Il ne faut donc pas oublier d'en tenir compte.

Dans toute méthodologie, il y a des limites, ici liées à la corrosion et/ou la fragmentation. Il faut tester la pertinence de l'apport de cette donnée sur un corpus plus large que ce qui est fait pour le moment. La typologie reste indispensable en tant que méthode qui permet une classification raisonnée des objets. Il s'agirait de regarder l'objet métallique comme une véritable source historique et pas comme un objet d'art. L'objet n'est pas uniquement un dessin que l'on décrit par ses formes, ses dimensions (et sa masse... !). Il faut avoir conscience qu'il se manipule selon des gestes précis.

Avoir une unité de poids pour ces objets permettrait de faire une estimation de la consommation du métal dans la société, de rendre comparable un site à un autre et de comprendre l'accès au métal selon les contextes. Il s'agit par ailleurs d'une donnée qui peut être acquise sans affecter l'intégrité de l'objet étudié.

D'autre part, il convient aussi de ne pas seulement connaître la masse de chaque objet, mais d'en exploiter les données. Les travaux français de M. Gabillot, Fr. Pennors et E. Gauthier ouvrent un champ d'études important pour la quantification métallique. La masse a un rôle, c'est un paramètre que l'on doit prendre en considération.

La masse devait être un facteur déterminant dans la vie de tout artisan, il est donc temps pour nous de la considérer comme une donnée à part entière.

BIBLIOGRAPHIE

BALFET H. 1991 (dir.). *Observer l'action technique : des chaînes opératoires, pour quoi faire ?* Paris : CNRS.

BERTHOLON R. 2002. *La limite de la surface d'origine des objets métalliques archéologiques : caractérisation, localisation et mécanismes de conservation*. Thèse de doctorat. Paris I: mémoire dactylographié.

BUCHSENSCHUTZ O. 1987. Archéologie, Typologie, Technologie. *Techniques et culture* 9: 19-26.

COLLIN V. 1990. *Étude des bronzes archéologiques de l'âge du bronze provenant du site de Fort-Harrouard ; analyses élémentaires et analyses isotopiques du plomb, relations avec les minerais et les procédés métallurgiques*. Thèse de doctorat. Paris VI: manuscrit.

COLLOQUE INTERNATIONAL EXPÉRIMENTATION EN ARCHÉOLOGIE, BILAN ET PERSPECTIVES 1991. *Archéologie expérimentale, actes du colloque international « Expérimentation en archéologie, bilan et perspectives » tenu à l'archéodrome de Beaune les 6, 7, 8 et 9 avril 1988*, 1, Paris: Errance.

DEMOULE J.P. et al. 2005. *Guide des méthodes de l'archéologie*, Paris: La découverte.

GABILLOT M. 2000. Les dépôts complexes de la fin du Bronze moyen et du début du Bronze final en France du Centre-Est. Nouvelles approches. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 97, 3: 459-476.

GABILLOT M. 2003. *Dépôts et production métallique du Bronze moyen en France nord-occidentale*, Oxford: BAR S1174.

GAUTHIER E. 2005a. L'évolution de la consommation du métal à l'âge du bronze, en France orientale et en Transdanubie. *Histoire et mesure* 19, 3/4, Système d'information géographique, archéologie et histoire, mis en ligne le 7 décembre 2005, référence du 24 janvier 2007, disponible sur : <http://histoiremesure.revues.org/document775.html>.

GAUTHIER E. 2005b. *La consommation du métal en France orientale et en Transdanubie du XVIIe au IXe siècle avant notre ère : analyse spatiale et modélisation des systèmes socio-économiques de l'âge du bronze*. Thèse de doctorat. Dijon: manuscrit.

GAUTHIER E. (à paraître). La consommation et la circulation du métal à l'âge du bronze dans le Jura et les plaines de la Saône, In : *L'isthme européen Rhin-Saône-Rhône dans la protohistoire : approches nouvelles en hommage à Jacques-Pierre Millotte*. Besançon.

GUILLAUMET J.-P. 2003. *Paléomanufacture métallique : méthode d'étude*. Dijon-Quetigny: Infolio Éditions.

LEHOËRFF A. 1999. Le travail en laboratoire au service de

l'histoire de l'artisanat métallurgique du début du premier millénaire avant notre ère en Italie. Quelques résultats sur les mobiliers de Tarquinia Veio et des collections villanoviennes britanniques. *Mélanges de l'École française de Rome* III, 2: 787-846. du 15 décembre 1997: 93-108. Saint-Lô.

LEHOËRFF A. 2004 (dir.). *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale : techniques, lieux et formes de production*. Rome: Collection de l'École française de Rome (EFR) 332.

LEHOËRFF A. (sous presse). *L'artisanat du bronze en Italie centrale (1200-725). Le métal des dépôts volontaires*. Rome: BEFAR.

LEROI-GOURHAN A. 1943. *L'homme et la matière*, Paris: Albin Michel.

LEROI-GOURHAN A. 1945. *Milieu et technique*, Paris: Albin Michel.

MEYER N. et RELIER C. 1987. Le problème des métaux archéologiques. *Conservation des sites et du mobilier archéologique : principes et méthodes*: 60-69. Paris: Unesco.

MORDANT C. 2004. Approches de la notion de flux de métal et de recyclage au sein des sociétés européennes de l'âge du bronze. In : Lehoërf 2004 (dir.) *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale : techniques, lieux et formes de production*: 263-285. Rome: Collection de l'EFR 332.

PERNOT M. 1998. Archéométaballurgie de la transformation des alliages à base de cuivre. In BECK P. (dir.) *L'innovation technique au Moyen-Âge, Actes du VI^e Congrès International d'archéologie médiévale tenu du 1^{er} au 5 octobre 1996 à Dijon, Mont-Beuvray, Chenôve, Le Creusot, Montbard*: 123-133. Paris: Errance.

ROBBIOLA L. 1990. *Caractérisation de l'altération de bronzes archéologiques enfouis à partir d'un corpus d'objets de l'âge du bronze. Mécanismes de corrosion*. Thèse de doctorat. Paris VI: manuscrit.

SCHNAPP A. 1998. *La conquête du passé : aux origines de l'archéologie*. Paris: Librairie générale française.

VERNEY A. et DESLOGES J. 2000. Le dépôt du Bronze final III de la Roche Bottin à Cerisy-la-Salle (Manche). In : *L'archéologie dans la Manche : fouilles et recherches récentes (1990-1999), Actes de la journée archéologique*