

*Barbara Armbruster*

**LES ORS  
DE L'EUROPE ATLANTIQUE  
À L'ÂGE DU BRONZE**

*Technologie et ateliers*





## SOMMAIRE

<b>Préface</b>	<b>5</b>
<b>Remerciements</b>	<b>9</b>
<b>Introduction</b>	<b>11</b>
<b>I. L'histoire de la recherche</b>	<b>14</b>
<b>II. Une méthodologie interdisciplinaire</b>	<b>15</b>
A. L'approche typo-chronologique	16
B. Les aspects fonctionnels des objets en or	16
C. Le symbolisme et les codes d'information	17
D. L'analyse des traces d'outils	18
E. Les approches analytiques et l'archéométrie	20
F. Les méthodes comparatives par analogie	22
G. La modélisation	27
<b>L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier</b>	<b>29</b>
<b>I. Quelques notions sur les propriétés de l'or</b>	<b>30</b>
<b>II. L'atelier de l'orfèvre</b>	<b>32</b>
<b>III. L'outillage</b>	<b>33</b>
<b>IV. Les instruments de mesure</b>	<b>35</b>
A. Balances et poids	35
B. Pierres de touche	37
C. Mesures de dimensions	38
<b>V. Les techniques du feu – la coulée</b>	<b>39</b>
A. La coulée de lingots	40
B. La fonte de l'or à la cire perdue	40

<b>VI. Le formage par déformation plastique</b>	<b>42</b>
A. Enclumes et marteaux en pierre	44
B. Enclumes et marteaux en bronze	50
<b>VII. Ciselets, poinçons et ciselure</b>	<b>65</b>
A. Poinçons décoratifs	69
B. Mèches à pointe centrale	69
<b>VIII. D'autres outils</b>	<b>71</b>
A. Outils de manipulation et de fixation	71
B. Outils de finition	72
<b>IX. Des ensembles cohérents</b>	<b>73</b>
<b>X. Des dispositifs rotatifs</b>	<b>75</b>
A. Le tour	75
B. La drille ou le foret à archet	77
<b>XI. Les principales techniques de formage et d'assemblage</b>	<b>78</b>
A. Le martelage de tôles et de tiges	78
B. Les techniques d'assemblage à froid	81
C. Les techniques d'union à chaud	87
<b>XII. Quelques conclusions</b>	<b>92</b>
De fausses pistes	92
<b>Les objets en or</b>	<b>95</b>
<b>I. Lingots, ébauches et semi-produits</b>	<b>95</b>
<b>II. Les premières parures en tôle et en fil</b>	<b>96</b>
A. Les ors de Pauilhac, Gers – Un cas particulier	99
B. Parures en tôles – Rubans, disques, lunules	99
<b>III. Les disques solaires</b>	<b>109</b>
A. L'âge du Bronze ancien	109
B. L'âge du Bronze final	118
<b>IV. Les lunules</b>	<b>120</b>
<b>V. Les parures en fil</b>	<b>125</b>
A. Hélices en fil	125
B. Hélices en fil enchaînées	127
C. Parures composées de plusieurs fils (" <i>composite rings</i> ")	128



<b>VI. Les perles</b>	<b>129</b>
A. Perles massives	129
B. Perles tubulaires en tôle	131
C. Perles en tôle en deux éléments	134
<b>VII. Les parures en tôle du Wessex – Un cas particulier</b>	<b>135</b>
La “boîte” de Lannion	137
<b>VIII. La vaisselle en or</b>	<b>138</b>
A. La vaisselle coulée à la cire perdue	139
B. La vaisselle martelée	140
C. Le Bronze ancien	143
D. Le Bronze moyen et final	144
E. Les cônes	147
F. La cape de Mold	148
<b>IX. Des bijoux annulaires du Bronze moyen et final</b>	<b>151</b>
A. Les torques et bracelets massifs à décor géométrique	151
B. Les torques du type “Marne” de la France, de la Grande-Bretagne et de l’Irlande	152
C. Les torques du type “Sagrajas-Berzocana”	154
D. Les parures annulaires à tampons	154
E. Des bijoux annulaires de section cruciforme	156
F. Les “ <i>ribbon-torcs</i> ”	164
G. Les torques de type “Coimbra”	168
<b>X. Des bijoux annulaires composés de la fin du Bronze final et du début de l’âge du Fer</b>	<b>170</b>
A. Un objet d’exception : la “ceinture” de Guînes	174
B. Des objets annulaires et cylindriques martelés en tôle d’or	176
C. Des bracelets cylindriques de la Grande-Bretagne, de l’Irlande et de la France	181
D. Des bracelets cylindriques en tôle de la péninsule Ibérique	181
E. Les appliques en bandes cylindriques de poignées d’armes	183
F. L’association du procédé à la cire perdue et du tournage	184
<b>XI. Les petites parures annulaires en or ou plaquées de tôle d’or</b>	<b>190</b>
A. Les <i>hair-rings</i> , un défi technologique	197
B. La coulée à la cire perdue des anneaux striés en or massif	197
C. La fabrication d’anneaux à tige de section circulaire	198
D. La fabrication des <i>hair-rings</i> en bronze recouverts d’une tôle d’or	198
E. Les <i>hair-rings</i> décorés en bronze recouvert d’une tôle d’or	199
F. Les anneaux à fil incrusté	199
G. Les anneaux épais en alliage étain-plomb ou en argile et les “ <i>bullae</i> ”, recouverts d’une fine tôle d’or	200



<b>XII. Polychromie par combinaison de l'or avec d'autres matériaux</b>	<b>200</b>
A. Des objets d'exception polychromes à décor en or	201
B. Le cas des épingles "sun flower" de Ballytegan	201
C. Des objets bimétalliques en Scandinavie	202
D. L'incrustation	203
E. La combinaison de l'or avec des matériaux organiques : ambre, lignite et bois	204
F. L'or et le fer	205
<b>XIII. Des particularités des ors du Bronze final en Grande-Bretagne et en Irlande</b>	<b>205</b>
A. <i>Dress-fasteners</i> et <i>sleeve-fasteners</i>	206
B. Les <i>lock-rings</i>	212
C. Parures d'oreilles – Boîtes et bobines	219
D. Les <i>gorgets</i>	224
<b>XIV. Quels développements de l'orfèvrerie en Europe atlantique avant l'introduction du fer ?</b>	<b>227</b>
A. Des traditions au Chalcolithique et au début du Bronze ancien	227
B. Les objets creux en tôle à décor ciselé du Bronze ancien	229
C. Des torques et des bracelets massifs au Bronze moyen et final	229
D. Des vaisselles et des bijoux massifs coulés à la cire perdue	229
E. L'orfèvrerie en tôle du Bronze final	230
F. Bijoux associant bronze et or	231
G. La fin des traditions du Bronze final en Grande-Bretagne, Irlande, France et Belgique	231
H. La fin des traditions de l'orfèvrerie du Bronze final en péninsule Ibérique	233
<b>Technique, technologie et société</b>	<b>237</b>
I. La technologie comme facteur actif de la culture matérielle	239
II. Archéologie, technologie et science des matériaux	241
III. Plaidoyer pour l'archéologie expérimentale et l'ethnoarchéologie	242
IV. De l'esprit à la main – Collecte, acquisition et transmission des savoir-faire	243
V. Bases de travail, bases d'échange, bases de données	245
VI. Pour clore	246
<b>Bibliographie</b>	<b>247</b>
<b>Tableau des lieux de découverte et de conservation des objets</b>	<b>296</b>

Les illustrations sans indication particulière sont de l'auteure en accord avec les musées respectifs. Toute reproduction est par conséquent interdite : © B. Armbruster 2021.



## PRÉFACE

Jamais aucun ouvrage n'a porté la recherche aussi loin sur les thèmes et les problèmes que le lecteur trouvera dans ce livre, que ce soit par la couverture géographique, par la recherche exhaustive, par l'étendue du champ bibliographique, par la qualité des images, ou par les méthodologies innovantes basées sur un *regard croisé* que Barbara Armbruster explore avec maîtrise et innovation.

Si le résultat n'est pas du tout surprenant étant donné la trajectoire internationale inhabituelle, extraordinaire et cohérente de l'auteure, dont les textes, toujours très intéressants, sont marqués par la qualité et la nouveauté, cet ouvrage est une révélation en raison de l'énorme capacité d'articulation et d'intégration des nombreuses données recueillies dans une approche holistique.

Le livre, magnifiquement structuré, se concentre sur la fabuleuse orfèvrerie de l'âge du Bronze dans le monde atlantique. Il se concentre sur les objets en or, mais ne se limite pas à eux. Ceci, car les gestes qui leur ont donné forme ont été compris ; les outils manipulés ont été identifiés ; les différents stigmates (de fabrication, d'utilisation ou de réparation, par exemple) qu'ils conservent ont été distingués ; les espaces de travail ont été reconstitués afin de comprendre comment la matière première a été contrôlée et transformée ; les mobilités des artisans et les transferts de savoir-faire ont été perçus ; les fonctions et les modes d'utilisation en ont été déduits ; les symboliques des formes et des motifs décoratifs ont été explorées ; les goûts, les styles, les effets esthétiques, les différents processus d'hybridation ont été captés.

Les objets sont le prétexte, mais ce qui compte ce sont les *gens*, leurs relations – dans le contexte – avec les *choses*. Qui les fait et comment ? Qui commande quoi, pourquoi, de quelle manière ? Qui manipule, qui dépose, où le dépôt est-il exécuté ? Quels gestes s'aperçoivent derrière les objets ?

La pertinence des enjeux est indissociable de l'approche méthodologique innovante qui constitue l'épine dorsale de ce travail. Les pages que le lecteur a en main reflètent ce regard kaléidoscopique, s'installant parfois dans les domaines de l'histoire de la technologie et des sources écrites anciennes, de l'archéologie, dans ses aspects typologiques et stylistiques, de l'iconographie, de l'archéologie expérimentale et de l'ethnoarchéologie, ou bien dans toute une panoplie de méthodes spécifiques de la science des matériaux, concrètement de la physique et de la chimie. Mais, plus important encore, c'est ce *regard croisé* et non atomisé de tous, et entre tous, ces domaines dans une perspective véritablement transdisciplinaire et globale.

Précisément et structurellement, cette vision interdisciplinaire, nécessaire pour construire la connaissance des objets en général et, en particulier, des objets métalliques, est

analysée et discutée dans les premières pages du livre. C'est ce regard qui a permis à Barbara Armbruster de se rapprocher de l'autre et de nous l'apporter.

L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier occupent les pages suivantes, qui se succèdent à travers une analyse approfondie de tout un ensemble de traits et de leurs caractéristiques, des moyens de production, des instruments de travail et des techniques de fabrication. En utilisant également le concept de *chaîne opératoire*, l'auteure nous offre la possibilité, à nous lecteurs, de nous approcher et même de suivre (si possible !) les actions et gestes technologiques des orfèvres, dans un domaine que nous pouvons appeler une *archéologie du geste technique*.

Les Anciens avaient des stratégies pour évaluer la qualité de la matière première. Ils savaient comment rayer, mesurer et contrôler le poids du métal. Ils maîtrisaient de façon exemplaire les *arts du feu*, avec une grande sûreté et de manière créative, avec des résultats surprenants tels que ceux trouvés pour les bijoux de type "Villena-Estremoz" (péninsule Ibérique) dont la fabrication est uniquement possible – comme l'a démontré Barbara Armbruster il y a une vingtaine d'années – avec l'utilisation d'instruments rotatifs associés à l'emploi des techniques de la cire perdue et de la coulée secondaire, ce que nous observons également sur les épingles du célèbre dépôt de Villedieu (France), par exemple. Les orfèvres ont également accompli des *miracles* en transformant, par déformation plastique et recuit, des lingots en objets, où nous pouvons observer les marques des instruments employés pour la fabrication. Les ustensiles (en bronze, en pierre, en os, en corne, ainsi que la cire et les céramiques techniques) et les techniques de décoration, de fixation (à froid et à chaud), de montage, d'incrustation, de finition, etc., sont également pris en charge avant de passer aux protagonistes : les objets en or.

La majeure partie du livre est consacrée aux objets qui sont soigneusement analysés sous leurs diverses facettes – comme il a été choisi de le faire, bien qu'une autre sorte de systématisation soit également permise – partant, en général, du simple au complexe. Dans la ligne directrice sous-jacente à ce travail remarquable, l'auteure ne peut se limiter aux objets finis en excluant ce qui préexiste : des lingots, des fragments à recycler, des semi-produits, parfois confondus par des regards moins attentifs avec des objets terminés.

La richesse et la diversité de l'orfèvrerie préhistorique de l'Atlantique, malgré tout ce qui a été perdu au fil du temps et pour de nombreuses raisons, ne sont pas moins surprenantes, forçant un voyage qui commence au milieu du troisième millénaire a.C., époque où les techniques utilisées étaient, bien sûr, encore limitées (principalement à la déformation plastique), avec des témoignages significatifs dans les îles Britanniques, en France et au nord-ouest de la péninsule Ibérique. Si les diadèmes et les boucles d'oreilles, par exemple, disparaissent rapidement, les disques solaires et autres productions discoïdes sont résilients et traversent tout le deuxième millénaire, atteignant l'âge du Fer. Dans ce passage, les spirales et les chaînes de spirales, dont la fonctionnalité n'est pas sans équivoque, annoncent, au milieu du millénaire, l'énorme capacité d'accumulation d'or par certaines communautés. Cette pratique atteint son apogée à la fin du même millénaire, que ce soit avec de lourds dépôts de colliers et de bracelets de type "Sagrajas-Berzocana", que ce soit avec les torques de type "Marne", que ce soit avec la production massive de récipients en or, surtout du Bronze nordique, thématique que Barbara Armbruster dissèque également de façon exemplaire.

Dans la compréhension d'autres objets, même si plusieurs hypothèses sur leur fonction restent ouvertes, le rôle de l'ethnoarchéologie et de l'archéologie expérimentale a été éclairant, comme l'indique bien, par exemple, l'étude des torques et des boucles d'oreilles

de section cruciforme. Cet aspect, que l'auteure domine comme nul autre, bénéficie à une meilleure compréhension des objets archéologiques et de l'artisanat.

Fort utile dans le cas présent, ce livre, dont la réalisation a été prise en charge par l'Association des Publications Chauvinoises, deviendra rapidement un ouvrage de référence dans le milieu universitaire, mais pas seulement.

En effet, certains procédés de fabrication et certaines techniques décoratives de l'or préhistorique que l'auteure a minutieusement étudiés sur la base de l'observation directe de plusieurs centaines d'objets archéologiques provenant de nombreux musées de toute l'Europe sont les racines lointaines des techniques qui encore aujourd'hui (sur)vivent dans des ateliers de maîtres orfèvres dans l'ouest ibérique, en Inde, au Mali, etc. En eux se répètent des gestes de racines millénaires, dénonçant cette autre forme de présence du *Passé* parmi nous. Ce sont aussi des gestes et des techniques inspirés d'une autre orfèvrerie, plus élitiste, d'*auteur*, dont les créateurs seront, nécessairement, des lecteurs intéressés.

Écrit par une chercheuse de mérite, de timbre international, de grande sensibilité et aux qualités humaines inhabituelles, ce livre, axé sur l'environnement scientifique, rassemble des valences multiples et un potentiel énorme à diffuser auprès d'autres publics. Sûrement, cela aidera, dans le présent et dans l'avenir, plusieurs générations de chercheurs et d'étudiants à faire leur propre chemin ; tout comme Barbara Armbruster m'a aidée sur le mien. Par conséquent, sa lecture s'est traduite dans un intérêt particulier et un apprentissage renouvelé, aussi bien que dans le goût et l'honneur avec lesquels j'ai écrit ces lignes.

C'est le livre que nous attendions tous !

**Raquel VILAÇA**  
Université de Coimbra, Portugal



*“(…) La noblesse d'un art dépend de la pureté du désir dont il procède et de l'incertitude de l'artiste quant à l'heureux succès de son action. Plus l'artiste est-il rendu incertain du résultat de son effort par la nature de la matière qu'il tourmente et des agents dont il use pour la contraindre, plus pur est son désir, plus évidente sa vertu. C'est pourquoi le travail du marbre me semble plus digne que celui de la glaise ; le burin plus vertueux que l'eau-forte ; la fresque (qui s'exécute sous la pression du temps, et dans laquelle l'action, la matière et la durée sont intimement et réciproquement liées), plus relevée que toute peinture qui admet la reprise, la retouche, les repentirs. Mais, en tous les arts, je n'en sais de plus aventureux, de plus incertains et donc de plus nobles, que les arts qui invoquent le Feu.*

*(…) Qu'il s'agisse du cuivre, ou du verre, ou du grès, cependant que le feu agit, l'homme se consume. Il veille, il brûle ; il est à la fois un joueur dont la chute d'un dé précipite le sort, pareil à quelque âme anxieuse en prière. Sa main qui suscita le Feu, qui le nourrit, le pousse, le tempère, guette l'instant unique de lui retirer cette formation incandescente qu'il vient de produire et qu'il va détruire dans l'instant suivant, comme le fait de ses créatures l'aveugle et monotone puissance de la vie. Toute la vigilance du noble artisan du Feu, tout ce que son expérience, sa science de la chaleur, des états critiques, des températures de fusion et de réaction lui font prévoir, laissent immense la noble incertitude. Elles n'abolissent point le Hasard.*

*Son grand art demeure dominé et comme sanctifié par le risque. (...) À peine eut-il apprivoisé le Feu, asservi cette ardeur, et par elle l'argile et les métaux, créant l'outil, l'arme et l'ustensile, que le voici qui le détourne à lui former des valeurs de contemplation et de plaisir. Il y eut un premier homme qui, caressant distraitemment quelque vase grossier, sentit naître l'idée d'en modeler un autre, à fin de caresses. Oserai-je avouer qu'un tel objet sorti des épreuves du Feu me représente une histoire de planète ? (...) Ce sont peut-être les ouvrages incertains, très rarement et difficilement obtenus, de quelque potier inconcevable. Les planètes, peut-être, ne sont-elles que des objets utiles à quelque dessein que les vivants, sans le savoir, servent ou desservent. Les arts du Feu seraient, par là, les plus vénérables de tous, imitant si exactement l'opération transcendante d'un démiurge.”*

*“De l'éminente dignité des arts du feu”,  
Paul VALÉRY dans *Pièces sur l'art* (Paris 1934).*

## REMERCIEMENTS

Les remerciements que je formule ne sont pas de pure forme. Certaines idées et thèmes de réflexion avancés dans ce travail sont en grande partie redevables aux échanges que j'ai eus avec mes collègues dans des laboratoires, des universités et dans des musées en Allemagne, Angleterre, Écosse, Espagne, France, Irlande, Portugal, et au sein du *Bronze Age Studies Group*. Pour mener à bien le projet d'origine, j'ai bénéficié de l'aide et du soutien de bon nombre de personnes, notamment au cours de mes recherches en musées ou en bibliothèques.

Je tiens à remercier ici les responsables de collections qui m'ont généreusement accordé l'autorisation d'étudier – et de photographier – le matériel présenté ici et conservé dans de nombreux musées : *Archäologisches Landesmuseum*, Schleswig (Allemagne) ; *British Museum*, Londres (Angleterre) ; *Musée Archéologique du pays Châtillonnais*, Châtillon-sur-Seine ; *Musée Archéologique de Dijon* ; *Musée d'Archéologie Nationale*, Saint-Germain-en-Laye ; *Musée du Monde Souterrain de Han-sur-Lesse* ; *Musée Vivant Denon*, Chalon-sur-Saône (France) ; *Museo Arqueológico Nacional*, Madrid ; *Museo Arqueológico de Sevilla* ; *Museo Arqueológico de Villena* ; *Museo Provincial de Lugo* ; *Museo Arqueológico Provincial de Oviedo* ; *Museo Provincial de Pontevedra* (Espagne) ; *Museu Nacional de Arqueologia*, Lisbonne (Portugal) ; *Nationalmuseet*, Copenhague (Danemark) ; *National Museum of Ireland*, Dublin (Irlande) ; *National Museum of Scotland*, Édimbourg (Écosse). En page 296 et suivantes, un tableau indique – pour chaque objet photographié par l'auteure – le lieu de découverte ainsi que le lieu de conservation.

Je remercie vivement mes relecteurs qui ont su remettre mes mots sur l'enclume pour les adapter sous la forge du langage, et en particulier Michel Pernot. J'adresse aussi mes remerciements aux amis et aux collègues qui ont bien voulu me faire part de leurs avis sur certains points, me communiquer des documents et des informations et qui m'ont témoigné leur soutien, en particulier Mary Cahill, Trevor Cowie, Catherine Louboutin, Claude Mordant, Brendan O'Connor, Alicia Perea, Raquel Vilaça, Eugène Warmenbol et Stefan Wirth. Brian Clarke a fourni des informations et des illustrations sur des expérimentations relatives à la fabrication de lunules ainsi que sur les *ribbon-torcs*, qui enrichissent le propos de ce travail. Que tous soient ici chaleureusement remerciés.

*Last but not least* ! Je tiens à exprimer toute ma gratitude à l'équipe de l'Association des Publications Chauvinoises. Son animateur, Max Aubrun, infatigable acteur de nombre de structures valorisant tous les types de patrimoines, aussi efficace dans sa ville – Chauvigny

dans la Vienne – qu'à l'international – président d'*Instrumentum* – a accueilli chaleureusement le projet de ce livre. Que Max, son équipe éditoriale – Sylvie Clément-Gillet et Anaëlle Cornic – ainsi qu'Isabelle Bertrand – conservatrice des musées de Chauvigny – soient sincèrement remerciés pour leur compétence, leur constante gentillesse et leur grande générosité.

## INTRODUCTION

L'or est un matériau à la fois précieux et fabuleux qui fascine et suscite l'avidité depuis les origines de la métallurgie. L'or est une des références permanentes dans l'Iliade et dans l'Odyssée pour les dons et contre-dons qui scellent les relations amicales et politiques entre les élites aristocratiques (Scheid-Tissinier 1994). Si l'or est apprécié comme moyen d'échange, comme étalon, la véritable cause de la fascination réside dans son rôle symbolique, en qualité de médiateur ayant des liens aussi bien avec le soleil, l'éternité, la divinité que la magie et le pouvoir. Tout en étant considéré comme symbole des sources vitales de toute existence, l'or représente également une passerelle vers l'au-delà, le monde des morts. Les artefacts en métal précieux sont principalement associés aux cultes ou à l'ostentation du pouvoir des élites dans toutes les cultures protohistoriques de l'Europe (Clarke *et al.* 1985 ; Perea, Armbruster 2008b).

Ses propriétés spécifiques, la lumière qu'il renvoie, avec une couleur jaune vif comme celle du soleil, sa densité élevée et son inaltérabilité, expliquent l'engouement et en font une matière liée à l'éternité et aux dieux – matière des vivants mais aussi des morts et de l'au-delà. Grâce à ses propriétés physico-chimiques favorables, par sa malléabilité et sa dureté, l'or a servi à la fabrication d'innombrables objets très variés : parures de femmes, d'hommes, décors d'armes, objets de prestige, vaisselle, ...

Les caractéristiques particulières du travail de l'or dans l'Europe atlantique indiquent, d'une part, une certaine cohérence des flux d'idées et de connaissances : par l'intermédiaire de l'or, on peut cerner des contacts culturels entre différentes parties de cette

vaste zone géographique reliée par la navigation sur l'océan Atlantique ; d'autre part, des caractéristiques locales de l'orfèvrerie mettent en évidence des traditions régionales (Armbruster 2013a). L'or devient ainsi un marqueur d'identité de groupes culturels. Bijoux et vaisselles peuvent donc apporter un large éventail d'informations, non seulement sur l'art, l'artisanat et la technologie, mais aussi sur les contacts et échanges culturels, les croyances ou pratiques religieuses, l'économie et l'organisation des sociétés protohistoriques (Perea, Armbruster 2008b).

Le cadre géographique de la présente étude comprend principalement la Grande-Bretagne, l'Irlande, la France, la Belgique et la façade atlantique de la péninsule Ibérique. Cette zone géographique, localisée dans l'extrême ouest de l'Europe, est un vaste territoire où est attestée une importante occupation aux périodes protohistoriques. Par rapport à l'orfèvrerie, l'Europe atlantique est une région favorisée car particulièrement riche en gisements alluviaux aurifères (Lehrberger 1995). Ces ressources naturelles ont été intensément exploitées durant l'âge du Bronze. Cette richesse en or se reflète au travers du mobilier archéologique sur toute la façade atlantique et de véritables trésors se retrouvent ainsi dans les collections des musées. À cause de l'abondance d'or, la période qui va de la fin du III<sup>e</sup> au début du I<sup>er</sup> millénaire a.C. a souvent été surnommée "l'âge de l'or", à la place de l'âge du Bronze. Le phénomène des dépôts d'objets en or des âges du Bronze moyen et final, caractéristique dans toute l'Europe, prend une ampleur remarquable dans le domaine atlantique, notamment en Irlande et en péninsule Ibérique. Le dépôt de Mooghaun, Co. Clare, Irlande, avec plus

de 200 pièces (Eogan 1994, pl. 15) et celui de Caldas de Reyes, Pontevedra, Espagne, de presque 30 kg d'or (Ruiz-Gálvez Priego 1978), en sont des exemples éminents.

Le cadre chronologique choisi couvre une longue période allant des débuts de la métallurgie de l'or, dans le cours du III<sup>e</sup> millénaire, jusqu'à l'introduction du fer, dans le deuxième quart du I<sup>er</sup> millénaire a.C. De nombreux objets en or posent des problèmes par rapport à leur position chronologique car il s'agit d'objets sans contexte, donc sans associations datables, de découvertes anciennes ou encore d'objets uniques, voire sans aucun élément de comparaison. Étant donné que pour chaque région existent des chronologies fines très spécifiques et que les données relatives aux datations, absolues ou relatives, sont très hétérogènes (voir par exemple : Roberts *et al.* 2013), nous limiterons les indications chronologiques aux périodes générales. D'ailleurs, les niveaux des recherches sur la chronologie se présentent de façon très inégale selon les

régions concernées. Il reste donc, dans ce domaine de la chronologie de l'âge du Bronze et des concordances pour les différents pays, beaucoup de travail à faire. Un schéma chronologique montre de façon très sommaire la concordance approximative entre les pays (fig. 1).

Le présent travail ne peut pas prétendre à remettre en cause les larges orientations chronologiques établies pour les ors ou, encore moins, à réorganiser la chronologie de l'âge du Bronze en général. Cependant, il est bien difficile de s'interroger sur des questions chronologiques de l'orfèvrerie sans accorder une attention particulière aux énigmes de la technique et de la fonction, ou sans questionner le rôle que jouaient les métaux précieux et l'orfèvre, à la fois artisan et artiste, dans les sociétés de l'âge du Bronze. Aucune catégorie d'artéfacts ne peut être comprise en l'absence d'une appréciation du contexte dans lequel ils ont été manufacturés ainsi que du comment et du pourquoi ils ont été fabriqués. Il est

Irlande	Grande-Bretagne	France/Belgique	Péninsule Ibérique	Phases traditionnelles	Dates approximatives (a.C.)
Knochnagur Phase	Metalwork Assemblage I et II	Campaniforme	Campaniforme	Campaniforme	2400-2200
		Bronze ancien I			
Killaha Phase	Metalwork Assemblage III	Bronze ancien I	Bronze Antiguo	Bronze ancien	2200-2000
Balleyvalley Phase	Metalwork Assemblage IV et V	Bronze ancien II			2000-1600
Derryniggin Phase	Metalwork Assemblage VI	Bronze moyen I			1600-1500
Killimaddy Phase	Acton Park Phase	Bronze moyen II	Bronce Médio	Bronze moyen 1	1500-1350
Bishopsland Phase	Taunton Phase	Bronze final I		Bronze moyen 2	1350-1200
		Bronze final IIa			
	Penard Phase	Bronze final IIb	Bronce Final I	Bronze moyen 3	1200-1000
Roscommon Phase	Wilburton Phase	Bronze final IIIa	Bronce Final II	Bronze final 1	1000-900
Dowris Phase	Ewart Park Phase	Bronze final IIIb	Bronce Final III	Bronze final 2	900-600
		Hallstatt ancien			
Dowris C/Athlone	Llyn Fawr /Hallstatt	Hallstatt moyen		Âge du Fer	600-400
		Hallstatt final			

Fig. 1 - Schéma chronologique sommaire de l'âge du Bronze en Europe atlantique (Needham 1996 ; Ruiz-Gálvez Priego 1998, 17 ; Waddell 2000, tab. 3-4 ; Marcigny *et al.* 2005, 20).

## Introduction

donc évident qu'une grande partie du présent travail est consacrée aux questions technologiques relatives à ces prestigieux vestiges. Il s'agira d'analyser et de définir les connaissances et les savoir-faire des orfèvres à travers leurs réalisations.

Lors de l'introduction du fer, phénomène inclus dans les limites chronologiques données à notre étude, un changement de cap marque en général ces régions et l'orfèvrerie en particulier. En effet, le mobilier métallique en or disparaît quasiment des découvertes pour certaines régions, comme la Grande-Bretagne et l'Irlande, tandis que d'autres régions continuent clairement à utiliser l'or en quantité, mais changent cependant des éléments de leur identité culturelle. Ce changement se répercute autant dans le style que dans la technologie de l'orfèvrerie. On peut donc en tirer des hypothèses sur la continuité, les contacts, les changements et les phénomènes d'acculturation. Malgré leur haute valeur et leur rareté implicite, les objets de prestige, dont les parures, sont un excellent moyen pour aborder la compréhension des idéologies et un indicateur de la compétition poussée entre les groupes et les individus durant l'âge du Bronze, en particulier dans la zone atlantique de l'Europe. Bien évidemment, il s'agit clairement d'objets hors du commun qui sortent donc toujours d'un usage purement fonctionnel et de l'utilisation au quotidien. Le constat universel, résumé par Marcia-Anne Dobres, est ainsi valable pour les ors protohistoriques : *“Technological acts, whether mundane or spectacular, are a fundamental medium through which social relationships, power and structures, world views, and social production and representation are expressed and defined”* (Dobres 1999, citée dans Ottaway 2002, 7).

L'objectif du présent travail est de découvrir comment, quand et pourquoi les peuples de l'âge du Bronze, en Europe atlantique, fabriquaient des objets en or. En effet, la première et la dernière de ces trois interrogations ont été rarement approfondies par les nombreux chercheurs en archéologie qui se sont surtout passionnés pour la seconde. Chacune de ces trois questions se justifie par l'excellence des œuvres en or les plus délicates, et la qualité de l'outillage spécialisé qui a servi à leur réalisation. Toutefois, leur finesse ne peut pas être jugée sans comparaison avec des produits d'une qualité inférieure, ou avec les objets portant des réparations.

Un objectif immédiat, dans la première partie, est de détailler les méthodes de recherche et les sources d'indices pour recomposer l'histoire de la technologie de l'orfèvrerie du passé. Puis il s'agit, dans la deuxième partie, d'une étude du savoir-faire de l'artisan et artiste, créateur du mobilier archéologique en or. Une place importante est consacrée à des réflexions autour de l'atelier et de l'outillage, révélant l'évolution des instruments. Parallèlement au développement des outils et des techniques, les différents types des ors atlantiques se différencient progressivement. Des tombes contenant des outils de métallurgistes, classées comme des tombes d'artisans du métal et connues surtout au début de la métallurgie, offrent une base pour des recherches sur le niveau de l'aptitude technique, le degré de spécialisation et le rang ou le statut social de l'artisan. Ensuite, ce sont des *cachettes*, boîtes à outils en dépôts, qui prennent le relais comme source d'information sur cette classe d'artéfacts. Ces deux parties, la méthodologie d'étude et le savoir-faire de l'orfèvre, constituent des conditions nécessaires pour mieux comprendre le mobilier en or du point de vue technique. Une sélection d'objets en or, les plus représentatifs, illustre les grandes lignes de l'évolution et du développement des techniques de l'orfèvrerie en Europe atlantique. Les ors et leur technologie sont présentés soit par groupes significatifs, soit par études de cas ou d'aperçus, en choisissant les points représentatifs, aussi bien des ors portant des caractéristiques restreintes dans le temps et dans l'espace, que d'autres avec une tradition traversant les périodes. La dernière partie présente à la fois des conclusions et des perspectives pour des études de la culture matérielle métallique et l'histoire des techniques.

L'un des buts de ce travail est, à partir de nouveaux examens technologiques et typologiques des ors protohistoriques, de souligner des aspects méconnus jusqu'ici et, notamment, les rapports ou divergences entre les productions des différentes zones géographiques. Cette étude propose d'appliquer à la technologie de l'or, le concept de “culture matérielle active”. Cela rejoint l'idée que la culture matérielle peut, par une lecture technologique, apporter des informations sur le niveau technique de l'époque considérée, et également sur des échanges et des contacts culturels.

L'étude est principalement réalisée à partir de vestiges appartenant à des collections anciennes,

provenant de trouvailles isolées, de dépôts ou de mobiliers funéraires dont les contextes sont souvent mal connus, mais aussi à partir de découvertes faites lors de fouilles méthodiques. L'examen attentif des aspects technologiques des objets en or a permis de mettre en évidence l'importance des procédés de fabrication, des techniques décoratives, des outils et les gestes employés par l'orfèvre. Enfin, nous avons analysé les résultats de notre étude du point de vue des relations que pouvait entretenir cette orfèvrerie avec une éventuelle "identité culturelle" atlantique.

Développer un nouveau regard sur la culture matérielle n'est pas une affaire simple. Il faut pour cela donner à la technologie et aux artefacts la place qui leur revient. Accepter que l'histoire de la technologie des métaux fasse partie de la culture, c'est admettre celle-ci comme un facteur important dans la recherche archéologique. Il est d'ailleurs à noter que les études approfondies de la culture matérielle prennent de moins en moins de place dans les travaux scientifiques sur l'âge du Bronze en Europe atlantique, ce sont les études conceptuelles, théoriques et environnementales qui en occupent de plus en plus.

Si des questions de technologie sont, depuis les années 1950, considérées dans des études sur les objets en or, elles sont rarement prises en compte d'une façon pluridisciplinaire et transversale dans le temps et l'espace. Souvent on se contente d'analyses de la composition élémentaire pour commenter des aspects technologiques. Dans le cadre de cette étude-ci, couvrant de façon synthétique deux millénaires de production d'objets en or conservés dans de nombreux musées de six pays, il était irréalisable d'entreprendre des analyses par les méthodes de la science des matériaux. Bien évidemment, nous sommes conscients de l'apport considérable que pourrait représenter une application de ces méthodes à notre travail. En conséquence, il est utile d'encourager de futures investigations interdisciplinaires dans ce domaine.

## I. L'histoire de la recherche

L'Europe atlantique de l'âge du Bronze comme unité culturelle a été une thématique signifiante dans les années 1980 et 1990 dans la dynamique de la

recherche sur l'âge du Bronze (Ryan 1978 ; Kalb 1980b ; Ruiz-Gálvez Priego 1984 ; Coffyn 1985 ; Chevillot, Coffyn 1991 ; Jorge 1998). Ce volet de la recherche, dans lequel la première apparition du terme "*Bronze Atlántico*" revient à Julio Martínez Santa-Olalla, trouve sa source dans les années 1940 quand les premières publications consacrées à une définition de l'âge du Bronze atlantique ont pris leur essor (Martínez Santa-Olalla 1946 ; MacWhite 1951). Les questions prédominantes concernaient la métallurgie des alliages à base de cuivre, pour lesquels des ressemblances dans les objets en bronze ont conduit à conclure à certaines concordances.

Les ors de l'âge du Bronze atlantique étaient étudiés par région et publiés dans des synthèses nationales. Ces études détaillées des ors atlantiques comportent des catalogues, des descriptions minutieuses, des cartes de répartition et des tableaux chronologiques, ce qui nous dispense ici de descriptions complètes, de mesures ou d'indications exhaustives de toutes sortes. Cependant, à part une courte contribution dans un manuel sur l'âge du Bronze (Armbruster 2013a), les ors de ces périodes n'ont pas encore fait l'objet d'une publication dans une optique globale.

Dans plusieurs travaux, la Grande-Bretagne et l'Irlande ont été considérées comme une unité (Taylor 1980 ; Eogan 1994) dans laquelle les contacts, puis les influences atlantiques des ors britanniques ont été mis en évidence (Taylor 1996). Certains groupes d'objets ont été publiés sous forme de catalogues et d'études précises. Les recherches de Stuart Needham présentent des synthèses sur différents groupes d'objets en or de la Grande-Bretagne, notamment sur la vaisselle et des objets en tôle de l'âge du Bronze ancien, portant un relief ciselé (Needham 2000a et b ; Needham *et al.* 2006). Les ors du Pays de Galles ont été pris en compte dans les études de Hubert Savory et de Peter Northover (Savory 1980 ; Northover 1995a et 1999).

Dès le XII<sup>e</sup> siècle, la Grande-Bretagne possédait une législation, le *Treasure Trove*, qui accordait à la Couronne la propriété de tout l'or découvert dans le pays. Amendé en 1996, le *Treasure Trove* porte désormais, à part en Écosse, le nom de *Treasure Act* en Angleterre et au Pays de Galles. Cette loi cherche à favoriser la collaboration entre *archéologues amateurs* et institutions officielles et prévoit de ce fait une somme réglementée, perçue par l'inventeur lorsqu'il

remet sa trouvaille. Depuis, le *Portable Antiquities Scheme* du British Museum publie chaque année le *Treasure Annual Report* (*Treasure* 1999 et 2000), récemment mis en ligne sur Internet ([www.finds.org.uk](http://www.finds.org.uk)). La *chasse au trésor* à l'aide de détecteurs de métaux ayant été légalisée dans une certaine mesure, les découvertes ont augmenté dans des proportions appréciables. Dans d'autres pays d'Europe, par exemple en Espagne et en Allemagne, l'utilisation de détecteurs de métaux par les amateurs n'est pas tolérée et reste très controversée.

Pour les ors de l'Irlande, citons en premier les travaux exhaustifs sur des groupes d'objets de George Eogan, dont des torques, des *lock-rings*, des *sleeve-fasteners*, des disques, des "vaisselles", des *ribbon-torcs*, ou encore des *hair-rings* (Eogan 1967 ; 1969 ; 1972 ; 1981a et b ; 1983b et 1997). Parallèlement depuis les années 90, les abondants ors irlandais ont fait l'objet des recherches de Mary Cahill, parfois plus pointues sur certains aspects comme la fonction d'objets particuliers (Cahill 1999 ; 2001 ; 2004a et 2005a), parfois encore prenant en compte des informations d'archives sur des objets aujourd'hui perdus (Cahill 1994b ; 2005c et 2006). Si un ancien catalogue de collection du *National Museum of Ireland* a été dédié uniquement au riche ensemble des ors de l'âge du Bronze de l'Irlande (Armstrong 1920), une publication plus récente regroupe la totalité des "trésors" du musée, dont une partie est consacrée aux ors protohistoriques (Cahill 2002).

La production en or de l'âge du Bronze sur l'actuel territoire de la France a été quasi exclusivement abordée par Christiane Éluère, qui lui a consacré une synthèse (Éluère 1982) avec une abondante bibliographie. En Belgique, la recherche sur l'orfèvrerie de l'âge du Bronze, dont des ors du domaine atlantique, a été pour la plupart menée par Eugène Warmenbol, qui lui a dédié plusieurs études (Warmenbol 1991 ; 1999 ; 2004a et b). Plusieurs travaux traitent dans les grandes lignes des ors de l'âge du Bronze de la péninsule Ibérique comme un grand ensemble (Pingel 1992 ; Armbruster 2000) ; des synthèses particulières ont été publiées sur les ors espagnols (Perea 1991b) et portugais (Cardozo 1957 ; Armbruster, Parreira 1993 ; Correia *et al.* 2013 ; Armbruster 2016c ; Correia 2016).

## II. Une méthodologie interdisciplinaire

L'étude de l'orfèvrerie ancienne et la recherche sur ses dimensions technologiques exigent une approche interdisciplinaire qui intègre des méthodes propres aux sciences humaines, aux sciences dites *dures*, et des connaissances des savoir-faire des métiers ; ceci suppose de porter un regard à la fois pratique, théorique et analytique (Armbruster, Guerra 2003). Il faut exploiter des informations relevant de diverses approches : la typologie, la chronologie, ainsi que l'étude des techniques artisanales de fabrication et de l'utilisation des techniques de la physico-chimie. Des connaissances liées à l'archéologie et à l'histoire de l'art, à la métallurgie mais aussi à l'expérimentation, à l'ethnoarchéologie, à la philologie et à l'iconographie sont indispensables pour l'étude de l'or par leur complémentarité. Certaines disciplines étudient le travail directement sur l'objet, comme les études optiques macroscopiques, microscopiques et radiographiques ou encore des méthodes d'analyses physico-chimiques ; d'autres disciplines développent par analogie des modèles théoriques de compréhension.

Nous insistons ici sur l'expression *interdisciplinaire* pour en renforcer la perception du terme. Il doit s'agir d'un échange d'informations et d'idées sur un plan d'égalité entre les différentes branches du savoir. Trop souvent, des études dites *pluridisciplinaires* ou *interdisciplinaires* sont effectuées parallèlement sans véritable communication, ou parfois avec une approche simplement auxiliaire de l'autre discipline. L'interdisciplinarité exige des efforts de compréhension et de respect considérables de la part des différents partenaires, tant en ce qui concerne le langage scientifique que la curiosité et l'ouverture d'esprit. On peut penser que chaque discipline ayant un fonctionnement et un langage propres, cela puisse ouvrir de nouveaux horizons et rendre la collaboration intéressante.

Les objectifs de la recherche en orfèvrerie ancienne dans le cadre de l'histoire des techniques sont multiples. Il s'agit à la fois de comprendre les procédés de fabrication, l'outillage impliqué, l'organisation de l'atelier, le geste de l'artisan ainsi que son rôle dans la société. L'évolution de l'orfèvrerie et les influences culturelles externes, par opposition aux innovations d'ordre interne, sont intimement liées à l'histoire des techniques. Cette recherche contribue à développer

la connaissance des échanges et des transferts de savoir-faire technologiques, voire d'évolutions idéologiques dans le passé.

## A. L'approche typo-chronologique

Dans l'approche conventionnelle, en archéologie et en histoire de l'art, les aspects formels de l'artéfact sont étudiés selon une démarche typo-chronologique afin de tenter de saisir le contexte culturel et la position chronologique (Adams, Adams 1991). Sont ainsi décrits la forme, le décor et la fonction pour révéler les caractères esthétique et morphologique de l'objet. En prenant en compte l'évolution de ces caractéristiques au cours du temps, on peut apprécier la position de l'artéfact dans une séquence chronologique et typologique par comparaison avec d'autres vestiges archéologiques. Cette démarche doit comporter aussi l'estimation des dimensions, du poids et des types de matériaux constitutifs de l'objet.

## B. Les aspects fonctionnels des objets en or

Les aspects fonctionnels, en particulier l'utilisation de l'or sous forme de bijoux, de vaisselle, d'objets rituels, de décor d'armes ou d'ameublement, sont aussi compris dans cette voie de recherche. On distingue les fonctions utilitaires et pratiques des fonctions identitaires et spirituelles.

Plusieurs classes de bijoux ont une fonction pratique. La fibule, la ceinture, ou encore le *dress-fastener*, servent à maintenir des éléments du vêtement ; le diadème et les anneaux de coiffure peuvent aussi être considérés comme des pièces servant à tenir les cheveux. Les vaisselles en or et en argent sont conçues pour contenir, transporter et verser des substances généralement liquides, pour les présenter, les consommer ou les répandre lors de rituels comme les libations et les offrandes, ou bien encore dans des contextes comme les festins. Leur utilisation exige donc certaines propriétés mécaniques dont l'orfèvre doit tenir compte lors de leur fabrication. Par analogie avec des recherches en ethnologie, il semble que tous les objets proto-historiques en or possédaient, mises à part une valeur esthétique d'embellissement de la personne et de probables fonctions utilitaires, essentiellement une valeur spirituelle.

La fonction et la signification d'un objet en or peuvent d'ailleurs changer au fil du temps. Sa raison d'être peut se transformer d'une fonction symbolique, en même temps que pratique, en une valeur exclusivement matérielle. Un artéfact en or utilisé comme offrande dans un contexte funéraire ou encore dans un dépôt peut se transformer en stockage de métal précieux ou en valeur d'échange. Un recyclage comme matière première pour réaliser de nouveaux objets précieux est toujours possible. Pendant l'existence d'un objet en or, on peut envisager divers changements de fonction, y compris après leur exhumation. En effet, les pilliers, comme les archéologues, collectionneurs ou restaurateurs peuvent lui accorder des valeurs, voire des fonctions, diverses et variées. L'artéfact peut subir des changements de forme, quand un orfèvre le transforme en bijou moderne destiné à être porté. Souvent l'objet archéologique en or n'est apprécié que pour sa valeur matérielle et donc fondu pour le revendre au poids. Lorsqu'il s'agit d'un objet vendu sur le marché des antiquités, la fonction peut recouvrir à la fois le stockage d'un bien précieux et coûteux, et une valorisation esthétique en tant qu'œuvre d'art. Entrant dans une collection de musée, ses significations culturelles ainsi qu'artistiques sont mises en évidence, bien que sa présentation pour attirer l'attention du public joue un rôle important dans l'estimation de sa valeur. Dans le contexte muséal, le restaurateur pourra appliquer son savoir-faire à un bijou pour le remettre dans un état supposé initial. Cela accentuera d'autant son attrait esthétique surtout si l'objet a subi des mutilations, des déformations ou les effets de la corrosion.

Les circonstances de la découverte représentent une information précieuse sur le contexte archéologique, puisque les objets en or mis au jour par des fouilles archéologiques peuvent avoir été trouvés dans des contextes distincts. Ils le sont souvent dans des dépôts ayant un but ritualisé, d'offrande ou de cachette. Ils sont parfois associés à d'autres objets, dans un contexte funéraire ou d'habitat. Il est regrettable qu'une grande partie des objets en or conservés dans les collections de musées provienne de trouvailles isolées ou d'acquisitions anciennes. Le marché des antiquités fait peu de cas de toute indication précise, de la provenance de l'objet ou du contexte de sa découverte. Il peut parfois s'agir de trouvailles fortuites à l'occasion de travaux agricoles ou de constructions civiles. Aujourd'hui, d'ailleurs, les découvertes faites au détecteur de métaux enri-

## Introduction

chissent les collections, mais ce nouveau moyen de prospection sert aussi les trafiquants et le marché clandestin des antiquités.

### C. Le symbolisme et les codes d'information

Le symbolisme et les codes d'information inhérents à l'objet précieux représentent le côté rituel, religieux et le marqueur social de l'orfèvrerie, comme c'est le cas pour tout artéfact qui n'est pas totalement réduit à sa seule dimension utilitaire (Appadurai 1986). On y trouve les mots-clés souvent mis en relation avec l'or : symbole de richesse et de pouvoir social, de magie, du soleil, de l'éternité, ou encore métal des dieux. Cet aspect sémiotique de l'objet renvoie aussi vers l'étude des formes, des décors et de la fonction. Cependant le caractère spirituel des choses est difficile à cerner en l'absence de source écrite. Les recherches sur la signification idéologique, religieuse ou spirituelle des objets en or relèveront toujours d'un domaine théorique et hypothétique.

En raison de la rareté du matériau et par des aspects stylistiques, des bijoux ou de la vaisselle peuvent représenter des signes de pouvoir et indiquer la position sociale de celui qui les possédait (Clarke *et al.* 1985 ; Wamser, Gebhard 2001). Analogue à certains ornements en matériaux non métalliques dans des époques préhistoriques, le bijou en or peut être interprété comme un signe d'identité, affirmant

l'appartenance de son porteur à un groupe ethnique ou à une affiliation sociale particulière dans ce groupe ethnique (Gessner 2005). Les produits en or peuvent alors être utilisés pour établir et maintenir une différence de rang social dans des communautés protohistoriques. Il s'agit alors d'essayer de comprendre les signes véhiculés par les objets pour tenter d'accéder à la signification spirituelle de la culture matérielle (Kienlin 2005).

Certains objets en or portent des traces d'usure qui montrent une utilisation prolongée (fig. 2). D'autres, comme des biens funéraires, sont parfois dépourvus de ces marques, indiquant par là que ces objets ont été fabriqués uniquement pour une offrande faite lors de la cérémonie. Ainsi, les parures et vaisselles en métal précieux peuvent être impliquées dans des pratiques religieuses. Nous supposons que le port d'un bijou, ou d'une combinaison coordonnée de plusieurs pièces, relève d'une symbolique comparable à un langage codé, que les **membres initiés de la société ont la faculté de** pouvoir déchiffrer. Certains bijoux ont, au-delà du langage codé, une fonction apotropaïque, talismanique ou d'indicateur d'appartenance à une religion.

Ces deux points, le mode de communication codifié et la dimension protectrice des parures, sont bien décrits par les investigations ethnologiques (Armbruster 1995c). Au Mali, toute une panoplie de bijoux en or : boucles d'oreilles, anneaux de nez, colliers, boucles de coiffure, est portée en combi-



Fig. 2 - Traces de coulée et d'usure (a) ainsi que de ciselure (b) sur un *dress-fastener* du dépôt de New Ross, Co. Waterford, Irlande, daté du Bronze final.

naison avec des boules d'ambre et des monnaies incorporées dans la coiffure (fig. 3). La composition de cette riche parure, le tatouage, la robe et la façon de porter le foulard transmettent des informations codées sur le statut social de la femme, notamment sa situation matrimoniale, le nombre de ses enfants, son âge et sa filiation ethnique. Des talismans d'apparences variées, auxquels on accorde une grande importance, sont, par contre, souvent portés à l'abri des regards.

Même de nos jours, les alliances en or symbolisent l'union de deux personnes par le mariage. Par ailleurs, des études en anthropologie sociale ont dévoilé plusieurs significations et interprétations au sujet d'un bijou annulaire, comme par exemple pour



Fig. 3 - Parure traditionnelle d'une femme Fulbé, Mali, portant des petits anneaux torsadés dans les cheveux et l'oreille, et de grandes boucles torsadées de section cruciforme.

une boucle d'oreille unique, essentiellement portée par des hommes aujourd'hui (Vanja 1995). L'Église catholique apporte un autre type d'exemple avec le calice et la patène en métaux précieux servant de récipients dans le rituel religieux de la consommation symbolique du corps du Christ (fig. 4).

#### D. L'analyse des traces d'outils

L'examen optique des traces d'outils ou d'usure révèle des informations précieuses sur les procédés de fabrication, l'utilisation, la réparation, le remploi ou la possible détérioration d'un objet avant son enfouissement. Savoir lire et interpréter ces traces est essentiel pour comprendre la chaîne opératoire de la fabrication ainsi que l'usage qui a été fait de l'artéfact.

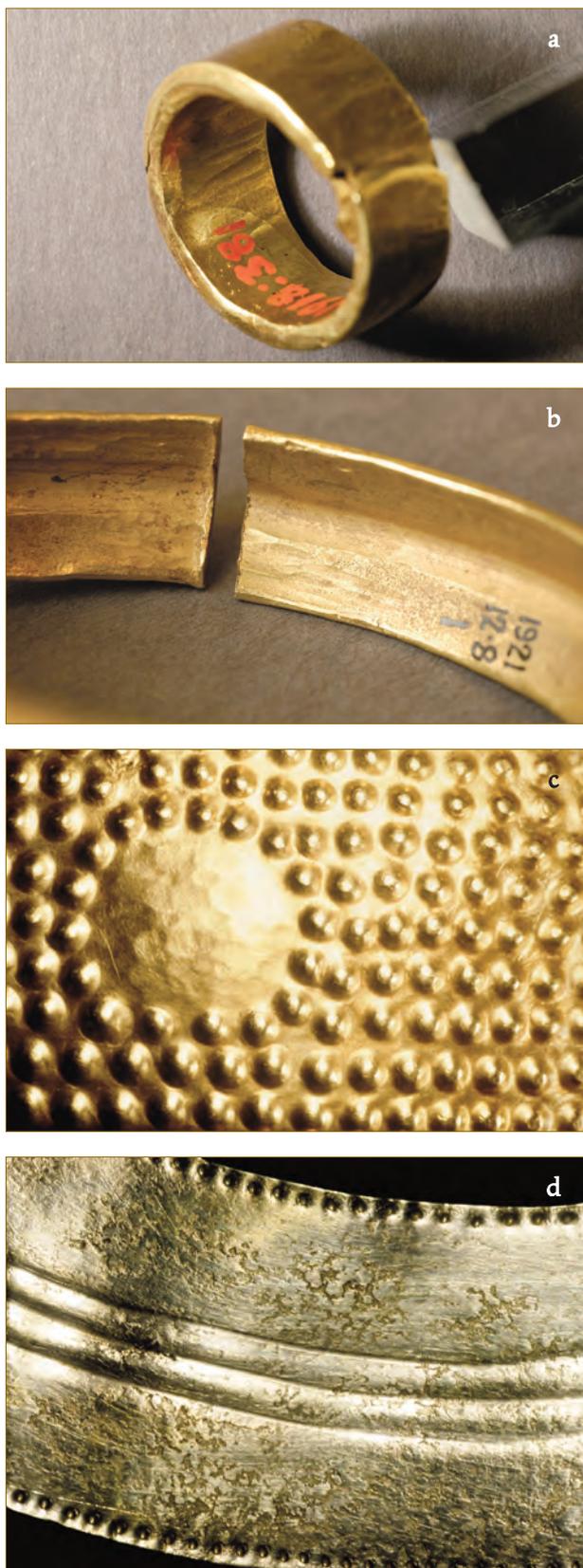
Chaque procédé, comme chaque outil, laisse comme une *empreinte digitale*, des traces souvent uniques qui permettent l'identification du procédé et des outils utilisés (fig. 2 et 5 à 8). Parfois les traces d'un procédé plus récent se superposent à celles d'un procédé antérieur. Par exemple les traces de finition, comme celles du polissage, se superposent à celles du martelage. Dans ce cas, la radiographie peut donner des informations importantes à la condition que l'objet en or ait une paroi suffisamment fine (fig. 9). En général, chaque objet métallique porte des traces d'outils, ou d'autres marques en surface, typiques d'un procédé (Benner Larsen 1985 ; Meeks 1987). Il y a par conséquent, bien au-delà de la typologie de l'objet, une série d'informations sur la fabrication inscrites en lui.



Fig. 4 - Vaisselle sacrée : a. Calice et patène du couvent cistercien d'Uetersen, Allemagne, datés de 1504 (d'après Schneider 2006, fig. 1) ; b. Coupes du dépôt de Villena, Alicante, Espagne.



## Introduction



**Fig. 5** - Traces d'outils : a et b. Panne de marteau sur du massif ; c. Coups de marteau et bosselles ciselées sur de la tôle (vaisselle de Zürich-Altstetten, Suisse ; Bronze final) ; d. Surface rugueuse résultant du martelage avec une pierre brute (lunule de Cabeceiras de Basto, Portugal ; Bronze ancien).



**Fig. 6** - Stigmate de la coulée, la surface est rugueuse : a. Tige en cours de martelage ; b. Intérieur d'un gobelet de Caldas de Reyes, Espagne (Bronze moyen) ; c. Intérieur d'un bracelet de Villena, Espagne (Bronze final).

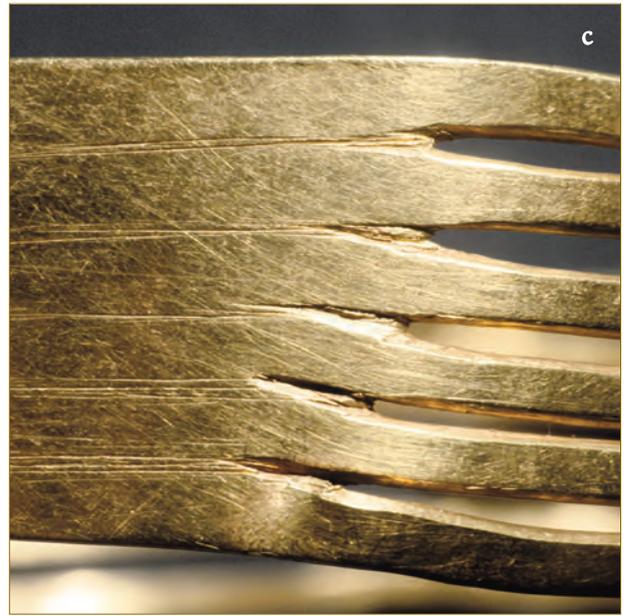


Fig. 7 - Traces de perçage par une pointe conique avec bourrelets sur le bord du trou : a. Disque de Tedavnet, Irlande ; b. Diadème d'Évora, Portugal ; c. Traces de découpage entre les lamelles de la *gargantilla de tiras* de Cícere, Espagne, Bronze ancien.

Les vestiges protohistoriques à notre disposition sur l'équipement des ateliers d'orfèvrerie sont rares, tandis que les traces d'outils laissées sur les objets sont courantes. La production des orfèvres est abondante à l'âge du Bronze et il existe des outils utilisés dans le travail du métal qui se distinguent dans les découvertes archéologiques. Ces outils prennent des formes différentes selon les différentes phases de l'âge du Bronze ; le matériau de ces outils change également. Souvent, seules les traces laissées sur la surface métallique des objets permettent de déduire des informations sur l'outil utilisé. Par conséquent, l'étude optique des parties externes visibles de l'objet est essentielle pour la connaissance de la technologie de fabrication.

Comment peut-on reconnaître les témoins d'une technique ou les traces particulières d'outils, quelles sont leurs caractéristiques ? Les traces de martelage consistent par exemple en petites surfaces planes qui peuvent couvrir l'objet entièrement, qu'il soit en tôle ou bien massif (fig. 5a). Ces traces peuvent prendre la forme de facettes sur des tiges de section polygonale (fig. 5b). La surface d'objets produits par coulée est rugueuse (fig. 5d) ; souvent elle présente des pores ou des concavités provoquées par la rétraction, donc par la diminution de volume du métal pendant son refroidissement. Les objets coulés dans

des moules en plusieurs pièces portent des barbes ou bavures, tandis que ceux produits par la technique de la cire perdue sont caractérisés par leurs formes complexes et l'absence de bavure. Ces traces externes peuvent parfois être visibles à l'œil nu. Cependant l'observation à l'aide des techniques de microscopie optique, qui fournissent des agrandissements d'image, ou plus encore par microscopie électronique à balayage, garantit des renseignements plus fiables. Les traces en surface, qui représentent des reliefs à petite échelle, sont également bien mises en évidence par les ombres et les reflets produits sur la surface métallique par une lumière rasante.

## E. Les approches analytiques et l'archéométrie

Les méthodes archéométriques de la science des matériaux relèvent de techniques d'examen et d'analyses destructives et non destructives. L'archéométrie met à la disposition de l'archéologue une large panoplie de techniques comme celles de la microscopie électronique à balayage, de la radiographie et de la métallographie. Les aspects technologiques de l'objet examiné sont tout d'abord étudiés au moyen de la microscopie optique, avant d'utiliser des techniques analytiques, afin de comprendre sa

## Introduction

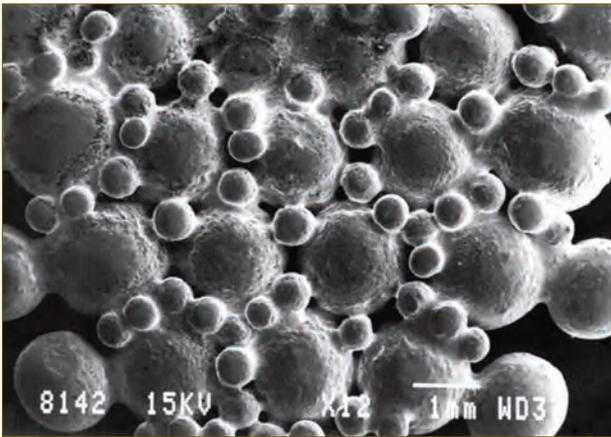


Fig. 8 - Observation en microscopie électronique à balayage d'une granulation (Cliché : A. Perea).



Fig. 9 - Radiographie d'un torque du nord du Portugal (a) (Cliché : S. La Niece, *British Museum*, Londres) et images photographique (b) et radiographique (c) de la coupe de Gönnebek, Schleswig-Holstein, Allemagne (Clichés : ALM Schleswig).

construction, en un ou en plusieurs éléments, à partir des surfaces, des traces et des réparations (Oddy 1996).

Le microscope électronique à balayage (MEB) permet de forts grossissements, mais surtout présente une profondeur de champ bien plus élevée que celle de la microscopie optique. C'est de ce fait un excellent outil pour l'examen des traces, des fissures, des dendrites en surface, provoquées par la coulée (Benner Larsen 1987 ; Mortimer, Stoney 1997). Le microscope électronique à balayage permet aussi une excellente imagerie des traces laissées par les outils (Olsen 1988a ; Friel 1995). Par exemple, il permet de relever des détails de fils de filigrane, de granules (fig. 8) ou du matériau de soudure (Aballe *et al.* 1991).

Contrairement à la microscopie optique ou à balayage qui rendent visibles les détails de la surface externe, la radiographie dévoile des informations sur l'intérieur de l'objet et sur sa construction (fig. 9) (Driehaus 1968 ; Born 1985a). Elle permet aussi une documentation de la qualité du matériau, par exemple sur une éventuelle porosité pour un objet coulé, mais aussi sur des fissures, des creux ou des jonctions et également sur l'état de corrosion. Sur des objets issus d'un travail en déformation plastique, les clichés radiographiques peuvent montrer des traces de coups de marteau, ou encore des traces de ciselet dans les zones décorées (Pernot, Lehoërf 2003). Sur un objet en tôle martelée, par exemple une vaisselle dont la surface est soigneusement polie, les stigmates du martelage sont en grande partie effacés. Néanmoins, par le biais de l'image radiographique, les traces d'outils réapparaissent ressemblant souvent à un nuage de marques

superposées (fig. 9c) (Armbruster 2003a, 67 ; Born 2003, 89-90).

**La métallographie** permet de déceler certaines techniques de fabrication et de cerner les contraintes mécaniques et thermiques que l'objet a subies (Scott 1991). Elle est rarement appliquée aux artefacts en or car un prélèvement est nécessaire pour obtenir des sections polies (Lehrberger, Raub 1995 ; Raub 1995). Il s'agit donc d'une technique invasive. Plus que pour l'étude de la technologie de l'or, la métallographie est appréciée pour celle des alliages à base de cuivre pour laquelle elle a apporté des résultats scientifiques intéressants (Pernot, Montheillet 1994 ; Pernot 1996). Deux coupes métallographiques du matériel étudié portent sur des torques en or de section cruciforme, montrant qu'il s'agit dans les deux cas d'une seule pièce sans jonction ni apport de matière (Lang *et al.* 1980, fig. 2 ; Taylor 1980, pl. 2).

Sont aussi incluses dans l'archéométrie les **techniques analytiques de mesure de la composition élémentaire**. Elles sont le plus souvent développées à l'aide de techniques spectrométriques de rayons X, à partir de la fluorescence sous un faisceau de rayons X, par des dispositifs associés à des MEB (*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*), autour d'accélérateurs de particules par PIXE (*Particle Induced X-ray Emission*), mais aussi par spectrométrie de masse, par LA-ICP-MS (*Laser Ablation – Inductively Coupled Plasma – Mass Spectroscopy*). Les analyses élémentaires donnent des informations sur la composition de l'alliage à base d'or dont un artefact est constitué. Il s'agit de données quantitatives sur les teneurs en éléments majeurs, donc principalement l'or, l'argent, le cuivre et l'étain. À part ces métaux, des *éléments traces*, présents dans l'alliage en très faibles quantités, peuvent être détectés et permettre, dans certains cas, de remonter à la source de la matière première (Taylor 2001 ; Shell *et al.* 1998 ; Guerra, Calligaro 2004). En effet, les recherches sur la provenance de l'or, en vue de localiser le lieu d'extraction de la matière première, sont en général menées à partir des concentrations des éléments traces. Alors que les études métallographiques, ainsi que les analyses en volume, sont plus ou moins destructives, certaines analyses élémentaires en surface peuvent être non destructives (Bachmann 1995 ; Guerra, Calligaro 2004).

Des **bases de données de composition élémentaire** d'alliages peuvent aider à différencier les alliages naturels des alliages artificiels, sur des critères tels que

des préférences pour une couleur, ou des propriétés mécaniques comme la dureté. Comme nous l'avons vu, les teneurs en éléments traces peuvent aussi indiquer une provenance du métal, alors que la composition en *éléments majeurs* de l'alliage représente une source d'information utile pour la compréhension des aspects technologiques. Cela peut montrer l'emploi de différents alliages pour les différentes pièces constitutives d'un objet. Cela peut aussi indiquer un choix de composition élémentaire à des fins fonctionnelles, par exemple un alliage dur pour une anse devant supporter de fortes contraintes mécaniques. Un autre intérêt des mesures de composition repose dans la capacité à permettre l'interprétation des joints faits par soudure (Perea 1990). La soudure se distingue de la coulée secondaire par le fait que la composition de l'alliage de la soudure lui confère un point de fusion plus bas que les éléments à souder. Des études analytiques ponctuelles témoignent de l'intérêt et du potentiel d'information pour l'interprétation technologique de l'or archéologique (Meeks *et al.* 2008 ; Perea *et al.* 2004a et 2010). Néanmoins, les questions liées à la fabrication d'objets sont rarement prises en considération dans de larges programmes analytiques. Une grande partie des objets en or de l'âge du Bronze en Europe atlantique a été intégrée dans l'ample programme d'analyses d'ors protohistoriques de Stuttgart, SAM (*Studien zu den Anfängen der Metallurgie*) (Hartmann 1970 ; 1978 et 1982). Malheureusement, les résultats des analyses de ce vaste programme ne permettent pas de résoudre les questions technologiques, car les échantillons n'étaient pas choisis selon les besoins spécifiques de l'étude technique. Depuis quelques années, de nouveaux programmes qui concernent actuellement la Grande-Bretagne, l'Irlande et l'Espagne sont en train d'être élaborés (Taylor 2001 ; Warner 2004 ; Perea *et al.* 2004a et 2010 ; Warner *et al.* 2009). Ces analyses de l'or insulaire sont surtout destinées à retrouver la source de la matière première pour distinguer ainsi une production locale d'une production exogène et permettre ainsi de caractériser les préférences de composition des différentes étapes chronologiques de l'âge du Bronze.

## E. Les méthodes comparatives par analogie

Des analogies servent de bases pour des modèles d'explication dans les recherches concernant le domaine de l'histoire de la technologie (Basalla 2002 ;

## Introduction

Gould, Watson 1982 ; Leroi-Gourhan 1973 ; Wylie 1985). Contrairement à la pensée analytique, souvent considérée comme scientifique et objective, la pensée analogique est regardée comme peu scientifique et liée à un certain subjectivisme. Toutefois il ne s'agit pas de deux modes de pensée définitivement contradictoires, mais d'une polarité : deux pôles d'une même entité (Smolla 1964, 31). Être perméable aux effets anti-thétiques de ces deux pensées rend la collaboration entre les différentes branches scientifiques fructueuse.

L'analogie consiste en effet en une comparaison et une interprétation de l'inconnu par le connu (Crawford 1982, 5). Nous pouvons trouver une appellation et une détermination fonctionnelle à un objet, par exemple une coupe en or, car nous connaissons l'utilisation des coupes dans notre quotidien. Si un objet archéologique en or possède une forme et une

fonction inconnues, comme c'est le cas avec ladite *ceinture* du dépôt de Guînes, Pas-de-Calais, France (fig. 157, p. 153 et 179, p. 175), on peut en déterminer le matériau et décliner sa technologie, mais son emploi réel à l'époque d'usage est difficile à cerner. Ce n'est que depuis peu que la fonction caractéristique de certains bijoux en or du Bronze final en Irlande a pu être éclairée. Il s'agit de deux groupes, les nommés *boxes* ou *bobbins* (Eogan 1981b), objets creux en tôle regardés d'abord comme des récipients, et des *dress-fasteners* ou *sleeve-fasteners*, objets massifs interprétés comme moyens de fermeture d'étoffes (Eogan 1972 ; Cahill 1994a). À l'aide d'analogies ethnologiques avec des bijoux portés notamment en Inde et des comparaisons avec des personnes contemporaines portant des piercings et de grands écarteurs, la fonction comme ornements d'oreilles a été avérée pour ces deux groupes de bijoux (fig. 10) (Cahill 1994a et 2001).



**Fig. 10** - Un exemple d'analogie montrant l'usage d'objets circulaires comme écarteurs d'oreilles : a et b. Statue de Krishna (d'après Falgayettes-Leveau 2004, 280) ; c. Jeune femme africaine (d'après Gröning 1997, 149).

Des analogies issues de représentations graphiques, de l'ethnologie, de l'expérimentation et d'anciens textes sont particulièrement utiles pour étudier l'histoire de la technologie (Armbruster 2005a ; 2011a et b). Ces comparaisons analogiques peuvent aussi être employées pour tester des modèles d'explication établis théoriquement.

L'archéologie expérimentale offre un champ de recherche par lequel les activités des artisans du passé peuvent être abordées dans leurs capacités et leur développement par une expérience pratique (Fansa 2005). Cette approche permet la construction, ainsi que la confirmation ou l'infirmité de modèles explicatifs concernant essentiellement des technologies anciennes (Schiffer, Skibo 1987 ; Renfrew, Bahn 2005). L'expérimentation exige de la rigueur dans la documentation détaillée de l'opération pour pouvoir la répéter. Les matériaux et l'outillage disponibles à l'époque concernée doivent être pris en considération pour la reconstruction de modèles technologiques, car les propriétés inhérentes aux matériaux utilisés en orfèvrerie – tels la cire, l'argile, la pierre, le bronze et l'or – conditionnent leur utilisation. L'archéologie expérimentale offre aussi un outil d'évaluation de l'évolution des savoir-faire des orfèvres anciens (Armbruster 2000, 27-28). Souvent des répliques d'objets anciens réalisées par des méthodes de travail modernes ont été abusivement considérées comme des expérimentations.

Une grande partie des expérimentations liées à l'orfèvrerie ancienne a concerné la soudure, le filigrane et la granulation dans l'Antiquité (Maryon 1936 ; Wolters 1986 ; Nestler, Formigli 1993). D'autres

domaines d'étude expérimentale en orfèvrerie ont porté sur des tôles en relief de l'âge du Fer germanique et du haut Moyen Âge (Fröhlich 2000 ; Adams 2006). Des expérimentations, concernant la coulée de l'or, ont été réalisées pour la fabrication d'un anneau discoïdal de l'âge du Bronze provenant d'Espagne (Armbruster 2005a) ; d'autres encore ont montré que les bracelets du type "Villena/Estremoz", fabriqués en péninsule Ibérique à l'âge du Bronze final atlantique, ont pu être obtenus par coulée à la cire perdue. Une particularité de la fabrication de ce type de bijoux est la mise en forme du modèle en cire à l'aide d'un tour (Armbruster 1993b).

Les analogies fonctionnelles en **ethnoarchéologie** offrent une méthode comparative pour la restitution de techniques anciennes. Il est encore possible de nos jours d'observer bon nombre d'outils et de procédés de fabrication traditionnels auprès d'artisans non européens (Nicolaisen 1962 ; David, Kramer 2001). L'intérêt de l'ethnoarchéologie s'est révélé plutôt dans le domaine de la métallurgie du bronze que dans celui de l'orfèvrerie (Gowland 1896). Les observations dans des ateliers d'orfèvres, de dinandiers, de fondeurs et de forgerons sont bien évidemment des sources d'informations essentielles pour les recherches sur la métallurgie protohistorique. La documentation est extrêmement riche : les objets ethnographiques conservés dans des musées ou des collections privées, les textes concernant l'artisanat existant dans d'anciennes chroniques et comptes rendus, les documentations visuelles comme des photos, dessins, films ethnologiques, et finalement la coopération directe avec les artisans traditionnels

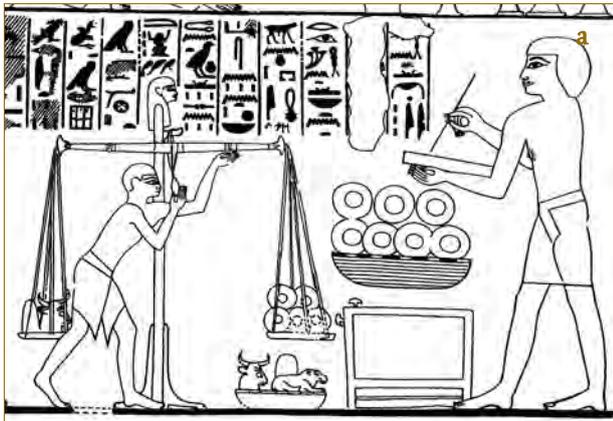


Fig. 11 - Exemples de documents ethnoarchéologiques : a. Utilisation du soufflet à double peau en Afrique (d'après Weule 1908, pl. 20, 2) ; b. Forgeron avec marteau et enclume en pierre ("The kings of Angola", Chronique Cavazzi de 1687, d'après Calegari, Pezzoli 1986, 14).

## Introduction

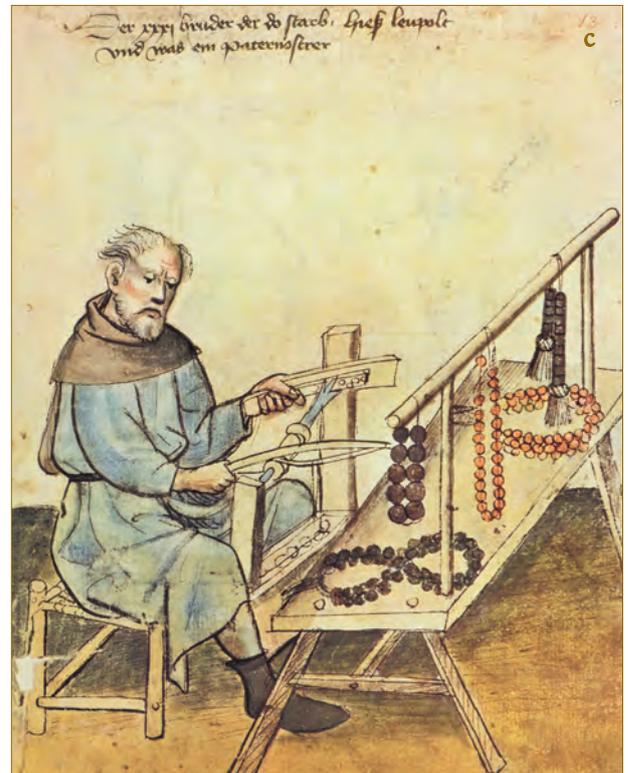
dans le cadre de recherches sur le terrain. Les différentes sources ethnographiques montrent l'usage d'outils simples et complexes, de constructions variées ainsi que les gestes exécutés lors de leur utilisation (fig. 11).

Une **combinaison de l'approche ethnoarchéologique et de l'expérimentation** se présente quand des spécimens qui correspondent typologiquement et technologiquement à des artefacts archéologiques sont fabriqués dans un atelier traditionnel actuel (Longacre 1992). Ce rapprochement peut apporter des informations précieuses sur la chaîne opératoire



de la fabrication d'objets archéologiques, notamment sur l'outillage et les gestes correspondants (Armbruster 1993a ; 2008 et 2014). En particulier, le temps nécessaire à la réalisation d'un objet est toujours difficile à estimer ; nous pouvons cependant donner un exemple précis avec les faits qui suivent. Un orfèvre professionnel occidental a réalisé par expérimentation des boucles d'oreilles torsadées de section cruciforme correspondant à des bijoux de l'âge du Bronze. Son apprentissage dans un atelier au Mali a duré plus de trois mois. Le maître de l'atelier les fabriquait dans un cinquième du temps nécessaire à son apprentie (Armbruster 1995c). D'autres recherches ethnographiques et ethnoarchéologiques concernant les techniques de la granulation, du filigrane et de la fabrication de fils et de tôles minces ont été réalisées en Afrique du Nord et de l'Ouest (Camps-Fabrer 1970 ; Armbruster 2005b).

Des **informations iconographiques**, comme les représentations graphiques d'orfèvres et de forgerons dans des tombes égyptiennes, sur des vases grecs ou sur des miniatures du Moyen Âge, illustrent les divers travaux exécutés dans un atelier de métallurgiste, ainsi que les outils et les gestes des artisans (fig. 12).



**Fig. 12** - Exemples de représentations graphiques : a. La tombe de *Rekhmiré*, Égypte (c. 1450 a.C., d'après Scheel 1989) ; b et c. Martelage et tournage dans le *Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg* des XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles (d'après Treue et al. 1965).

Les peintures murales de la tombe de *Rekhamiré*, près de Thèbes, Égypte, et datant du XV<sup>e</sup> siècle a.C., représentent différents travaux artisanaux dont celui des métaux (Scheel 1989). Les détails de l'usage de soufflets, du fourneau, du creuset et des moules de coulée sont clairement dessinés. L'orfèvre est représenté fabriquant des vases à l'aide d'un marteau en pierre et décorant de la vaisselle par poinçonnage (fig. 12a et 31, p. 48). Sur les peintures de vases grecs du V<sup>e</sup> siècle a.C. se trouvent des scènes d'ateliers de fonderie ou encore un forgeron montrant le fourneau et les outils de la forge ainsi que les perceurs à archet (Oddy, Swaddling 1985 ; Zimmer 1982, 9). Les manuscrits médiévaux également comprennent parfois des représentations d'artisans, comme c'est le cas du *Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg* des XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles, présentant entre autres la fabrication de tôles par martelage ou de fils à l'aide de filières, la mise en forme de récipients et le tournage de perles (fig. 12b et c) (Treue et al. 1965). Outre les sources iconographiques protohistoriques, antiques ou médiévales, des illustrations dans des chroniques anciennes, comme des descriptions détaillées d'aventuriers, historiens ou navigateurs des siècles des grandes découvertes font le lien entre l'iconographie et l'ethnoarchéologie. Ils ont livré des informations précieuses sur des orfèvres d'Amérique centrale (fig. 32, p. 49) (Benzoni 1857, 251), ou encore sur des forgerons d'Afrique australe (fig. 11b) (Cavazzi da Montecuccolo 1687). D'autres images ethnographiques plus récentes, sous forme de photographies ou de dessins, apportent elles aussi des indications sur l'utilisation de certains outils (fig. 11a) (Weule 1908 ; Cline 1937).

Les références techniques trouvées dans **les sources écrites** antiques et médiévales créent un lien avec l'Histoire au sens traditionnel. Étant donné qu'aucune source littéraire décrivant l'art subtil de l'orfèvre ne nous est parvenue de l'âge du Bronze, il faut être prudent avec les informations écrites, nécessairement plus récentes. Il faut naturellement prendre en considération le fait qu'il ne peut s'agir que d'une base de réflexion, et que les sources écrites ne peuvent en aucune façon faire office de preuves pour les technologies protohistoriques. Elles donnent des descriptions détaillées sur les matériaux tels la cire, l'or ou le bronze, ainsi que sur des procédés de fabrication et l'utilisation de l'outillage (Zimmer

1985 ; Krabath 2001, 322-324). Les mentions techniques dans les textes ne proviennent que très rarement de la plume d'un artisan. Il s'agit le plus souvent de gens lettrés qui ont décrit, ou d'artistes qui ont dessiné, une scène avec un contenu technique qu'ils ont directement observée, ou dont ils ont entendu parler par un tiers, mais sans posséder eux-mêmes la connaissance des savoir-faire. Pour une interprétation correcte des sources littéraires ainsi que des sources iconographiques, la collaboration entre philologues, historiens, archéologues et artisans professionnels est par conséquent essentielle.

Une des sources d'information d'importance majeure pour la compréhension de l'orfèvrerie ancienne est *L'essai sur divers arts* du moine bénédictin allemand Théophilus. Orfèvre praticien de la première moitié du XII<sup>e</sup> siècle, il décrit l'outillage, l'atelier, les procédés techniques et les recettes chimiques (Hawthorne, Smith 1963 ; Théophilus 2000). Un autre ouvrage sur l'orfèvrerie et la fonderie, écrit par l'italien Benvenuto Cellini, détaille aussi des pratiques de l'artisanat du XV<sup>e</sup> siècle (Fröhlich, Fröhlich 1974). Moins connues, deux sources importantes nous livrent des recettes de procédés techniques médiévaux. L'une est le traité *On the noble and illustrious art of the goldsmith*, traduction d'un manuscrit grec datant du XI<sup>e</sup> siècle (Wolters 2006), l'autre, également médiévale, est la *Mappae Clavicula* (Smith, Hawthorne 1974).

De même, des ouvrages sur les arts et métiers plus récents peuvent apporter des informations précieuses (Wigley 1898 ; Rosenberg 1910). Dans ce domaine des sources écrites, il faut évoquer aussi des traités, encyclopédies et autres ouvrages techniques. Des encyclopédies publiées depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle montrent avec beaucoup de soins et de détails l'outillage spécialisé de divers arts et métiers (Diderot, d'Alembert 1765 et 1986). Ces sources apportent non seulement une grande richesse en informations explicatives écrites sur les outils et les procédés, mais également des dessins techniques qui rendent plus accessibles les chaînes opératoires. Parmi les ouvrages spécialisés contemporains, nous ne citerons qu'un auteur : Oppi Untracht qui, dans ses ouvrages sur les techniques des métaux, prend en considération des exemples ethnographiques et archéologiques (Untracht 1968 et 1982).

### G. La modélisation

La méthode comparative doit, bien évidemment, argumenter à partir de causalités bien fondées. Il faut apporter un soin particulier à l'exploration de la formidable richesse des conclusions tirées des analogies. L'association des caractéristiques d'objets ou de situations ne devrait en aucune façon être fortuite ou accidentelle.

Mis à part les examens et analyses faits directement sur l'artéfact original, les méthodes évoquées ci-dessus servent à proposer des explications par comparaison. Les modèles ainsi développés, dans le contexte de la technologie, se basent souvent sur des analogies fonctionnelles. Les interprétations partent de faits réels observés et de ce qu'imposent les propriétés physico-chimiques des matériaux. En conséquence, les raisonnements dans le domaine de la technologie se construisent dans l'espace autorisé par le concret. Des changements dans la technologie et la typologie des objets en or peuvent aussi être associés à une transformation profonde d'une société, exprimée par des évolutions des traditions culturelles, religieuses et artisanales (Wells 1980). Par exemple, des changements d'identités culturelle et technique peuvent être mis en évidence sur la péninsule Ibérique à la fin de l'âge du Bronze lors de l'introduction de styles et de modes de fabrication d'influence méditerranéenne (Perea 2005a ; Armbruster 2011a).

Les analogies fonctionnelles qui façonnent le raisonnement dans le domaine de la technologie se distinguent de celles, formelles ou relationnelles, qui sont appliquées dans l'interprétation du processus d'évolution de systèmes culturels, par exemple pour la formation d'états complexes (Guksch 1993, 151). Ces dernières, plus spéculatives que les analogies fonctionnelles, sont exploitées pour élaborer des hypothèses. Elles mettent en évidence un point de

vue exprimé depuis les années soixante, selon lequel l'archéologie devrait être sur un pied d'égalité avec l'anthropologie sociale (Binford 1962 ; Harris 2001). Des modélisations, allant bien au-delà de la technologie dans une approche conceptuelle et théorique, sont mises en scène pour impliquer l'or et les connaissances des orfèvres dans un contexte plus vaste et dans un *système technique*, comme il est courant de le faire pour la culture matérielle liée à d'autres matériaux (Pfaffenberger 1992 ; Lemonier 2002). Dans des modèles sociaux – voire sociologiques et économiques – des sociétés protohistoriques sont ainsi étudiées au travers des échanges, des contacts, des questions d'identité, de hiérarchisation ou encore d'expression du pouvoir (Perea 2005a et b). Ces modèles sont situés sur un niveau plus théorique et hypothétique que ceux établis dans le domaine de la technologie. Certains semblent même perdre contact avec la réalité en suivant des préférences et des modes d'interprétation théorique en archéologie qui peuvent changer au fil du temps. Il existe pourtant un fort potentiel pour les modélisations dans le domaine social et économique de l'or qui pourrait être développé avec profit en utilisant les différentes approches évoquées tout en respectant les données de la culture matérielle.

Des recherches fondées sur une combinaison de données acquises par ces différentes méthodes offrent des perspectives innovantes par une approche interdisciplinaire des ors anciens et de l'artisanat protohistorique en général. Cette démarche apporte des moyens pour poursuivre la construction de l'histoire de la technologie des métaux et de son rôle comme élément social actif dans la production de la culture matérielle. Les résultats obtenus sous ces regards croisés apportent de nombreuses informations qui enrichissent et affinent notre perception du passé.



## L'ORFÈVRE, SON SAVOIR-FAIRE ET SON ATELIER

Le nom de métier *orfèvre* vient du latin populaire *aurifaber* qui signifie *l'artisan de l'or* (Augé 1932, 238-240). L'orfèvre est un artisan spécialisé ; il touche en général les matières les plus précieuses qu'il transforme pour un groupe de personnes occupant les plus hautes positions dans la société. Il lui faut une grande habileté et un savoir-faire technique affirmé, auxquels s'ajoutent des compétences artistiques et esthétiques – que personne ne peut acquérir sans l'instruction d'un maître. Les techniques de l'orfèvrerie étant complexes, sa qualification demande un apprentissage sur des années. L'orfèvrerie exige donc des connaissances bien spécifiques et il ne s'agit pas d'une pratique domestique même si, traditionnellement, cet art est rangé parmi les arts mineurs.

En orfèvrerie, l'artisan doit contrôler des procédés pyrotechniques. Il peut partir de pépites d'or qu'il transforme en matière liquide, puis solide sous forme d'ébauche ou de lingot. Ensuite, l'orfèvre modifie la forme, par travail en déformation plastique pour obtenir un objet : bijou, vaisselle ou décor d'arme. Pour des non-initiés, l'activité de l'orfèvre n'est pas facilement concevable, elle peut apparaître comme un art magique de métamorphose. Ces aspects sont des éléments à la source de maintes légendes où le métallurgiste joue un rôle de fondateur de culture en usant de forces surnaturelles. Le métallurgiste de l'or est familier avec les propriétés physico-chimiques inhérentes aux métaux. Il maîtrise de ce fait les changements dus aux effets de la chaleur ou aux contraintes mécaniques que subissent les métaux pendant la fabrication d'un artéfact. Il est aussi familiarisé avec les propriétés d'autres matériaux qui

se trouvent dans son atelier : la cire pour la réalisation des modèles, la céramique nécessaire pour la construction du four et la conduite de sa ventilation, pour les creusets ou encore pour des moules, la pierre également pour les moules, les marteaux et enclumes, les roches abrasives, le bois végétal, le bois de cerf, l'os et d'autres substances organiques comme du cuir et des peaux, et finalement des acides et autres agents chimiques. L'équipement des ateliers d'orfèvres est en général relativement simple, même si les procédés spécialisés exigent des savoir-faire complexes.

Rares sont les informations sur les outils des orfèvres de l'âge du Bronze et aucun atelier ni aucune découverte dans un contexte d'habitat ne nous sont physiquement parvenus de cette période en Europe occidentale. En revanche, un grand nombre de produits en or, portant toutes sortes de traces d'outils, ont été conservés dans des tombes ou des dépôts. Ils témoignent ainsi de l'aptitude des orfèvres de l'époque et indirectement de leur outillage. Il faut se rendre compte que le riche mobilier archéologique en or ne reflète qu'un petit contingent de la production réelle de l'époque. D'une part, l'or se recycle depuis toujours et sert de moyen d'échange, en conséquence ce n'est qu'une partie qui est conservée dans le sol. D'autre part, grand nombre d'objets archéologiques ont été fondus par des joailliers aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles dans toute l'Europe, et peut-être plus particulièrement en Irlande (Eogan 1994, 6-7). Des estimations portant sur l'ensemble de ces œuvres en or manufacturées et circulant pendant l'âge du Bronze atlantique atteignent des niveaux considérables.

Les artisans qui fabriquaient les objets en or étaient des spécialistes qui conservaient des connaissances particulières, dont des concepts sociaux et religieux à l'origine des formes et des décors des pièces qu'ils exécutaient. Leurs œuvres contenaient des formes et des images chargées de signes et de symboles porteurs d'informations au travers d'un langage codé. Grâce au travail de l'orfèvre, des symboles du pouvoir pouvaient ainsi être exposés avec l'or comme médium. Ces spécialistes préservaient aussi le savoir-faire technique propre à la réalisation d'objets de grande valeur. Ces savoirs techniques et stylistiques devaient d'une part être gardés secrets et d'autre part être transmis de génération en génération pour assurer la continuité de la production. Ils connaissaient également les exigences fonctionnelles des objets de prestige qu'ils manufacturaient pour y répondre technologiquement. Par exemple, pour la fabrication d'une coupe avec une anse, il fallait considérer la relation entre le volume du creux, la taille du récipient, l'épaisseur de la paroi et la fixation de l'anse par rapport au poids du liquide à contenir. De manière différente, l'usage d'un disque solaire imposait *a priori* moins de contraintes fonctionnelles ; il fallait pourtant obtenir une tôle d'épaisseur homogène et sans fissure à partir d'une ébauche coulée.

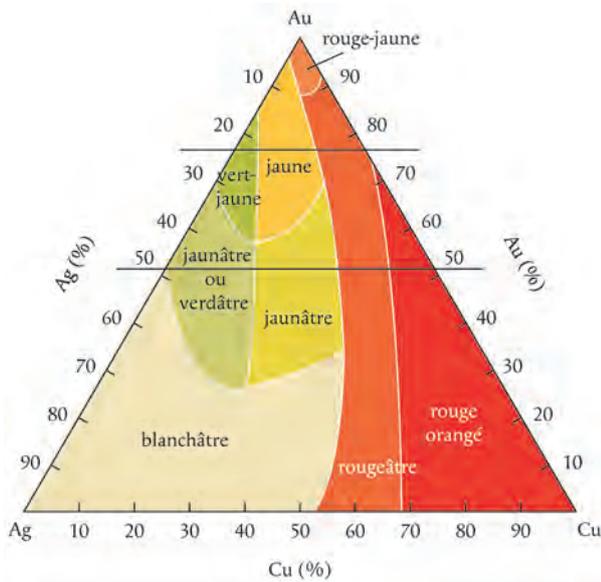
Nous ne savons pas si l'orfèvre était un artisan *libre* ou dépendant d'un *puissant*. Il n'est pas possible de savoir s'il travaillait exclusivement dans la fabrication de bijoux, de vaisselle et de pièces décoratives pour des armes, ou aussi partiellement dans la production de matières de subsistance. Nous pouvons cependant évoquer des comparaisons ethnographiques. Ainsi, les orfèvres en Afrique occidentale assurent un travail saisonnier dans les champs ou aident à la construction et à l'entretien des maisons. L'orfèvre de l'âge du Bronze était-il un artisan itinérant ou sédentaire ? Il est également difficile de statuer sur cette question. Encore une fois, les analogies que l'on peut tirer de l'ethnographie montrent la possible coexistence des deux modes de fonctionnement. Au Mali, un orfèvre pouvait être sédentaire, avec son atelier installé de façon permanente pendant un certain temps, puis, dans une situation économique difficile, il pouvait décider de travailler comme artisan itinérant (Armbruster 1995c). Ne disposant d'aucune source écrite, il est bien difficile de décrire la position sociale de l'orfèvre à l'âge du Bronze, alors que les subtilités de son art peuvent être approchées.

Il est singulièrement délicat de cerner son rôle dans les communautés de la fin du deuxième et du début du I<sup>er</sup> millénaire a.C. ; pourtant, le fait qu'il créait des objets très prestigieux pour le pouvoir, qu'il manipulait des matières rares, permet de supposer que son rôle social était relativement élevé et qu'il était apprécié. Il est permis de penser que son métier était sous l'ordre, le contrôle et le patronage des élites.

## I. Quelques notions sur les propriétés de l'or

La connaissance du comportement de l'or pendant le travail est indispensable en vue de comprendre les choix de techniques et d'outils faits par l'artisan de l'âge du Bronze. Le terme *or* vient du latin *aurum* (symbole Au). L'or, de couleur jaune, présente une température de fusion de 1 063 °C et une densité de 19,3. Ce métal précieux existe à l'état natif dans des filons de quartz aurifère ; après érosion et effritement de roches aurifères, puis transport par l'eau et le vent, on peut le trouver dans des sables d'alluvions. L'essentiel de l'or utilisé à l'âge du Bronze est de l'or alluvial. Il est récupéré par orpillage dans les lits des rivières ou dans des alluvions fossiles au moyen de mines exploitées par des puits ou des galeries. L'or natif qui apparaît dans la nature n'est pas pur. Il est toujours en alliage avec d'autres métaux, notamment l'argent ou plus rarement et en très faible pourcentage le cuivre. Selon la composition de l'alliage, certaines propriétés changent, comme le point de fusion ou la dureté. Par exemple, un alliage à base d'or riche en cuivre est plus dur ; il peut donc devenir cassant mais a une couleur spécifique. Le diagramme de couleurs des alliages binaires ou ternaires de l'or avec l'argent et le cuivre illustre bien les nuances de coloris (fig. 13) (Tylecote 1987 ; Ottaway 1994, 24, fig. 5). Pourtant, si un fort pourcentage d'argent dans l'or change la couleur de l'alliage, en le rendant plus pâle, sa malléabilité reste quasi identique. La composition d'un alliage peut donc être un choix esthétique, technique ou économique.

L'or est inoxydable à toutes températures et se montre résistant à presque toutes les attaques chimiques. Cette inaltérabilité, qui lui permet de garder en tout contexte son éclat et sa *couleur du soleil*, est une caractéristique particulièrement appréciée depuis toujours. Ces propriétés de l'or



**Fig. 13** - Diagramme des couleurs des alliages binaires ou ternaires de l'or avec l'argent et le cuivre, illustrant les nuances de coloris (Mise au net : A. Cornic d'après Futura-Sciences).

jouent aussi un rôle dans les résultats de la coulée, car la surface de l'objet peut sortir du moule dans un état plus ou moins lisse mais sans oxyde à la surface. Des alliages d'or contenant du cuivre subissent une légère oxydation pendant les traitements à haute température. Ces oxydes de cuivre sont facilement éliminés par des solutions acides.

Dans les procédés de mise en forme ou de décoration de ces alliages, les réactions aux sollicitations thermiques et mécaniques ont une importance particulière (Wolters 1984 ; Plate 1988) ; les propriétés concernées sont : la résistance, la dureté, l'élasticité, la ductilité, la malléabilité ou la ténacité. Pour la résistance mécanique du métal, on distingue celle qui s'oppose à la division ou au déchirement d'une pièce métallique de celle qui peut s'apprécier lors d'un pliage ou d'une torsion. La dureté est perçue comme le niveau de résistance opposé par le métal à la pénétration d'un autre corps. La haute valeur de la ductilité et de la malléabilité permet de découper, torsader, courber et marteler le métal. La fragilité est le contraire de la plasticité ; ainsi des pièces métalliques cassantes sont généralement impossibles à traiter par déformation plastique. La notion d'élasticité correspond à la capacité d'extension ou de contraction du métal, sollicité par une force de traction, de flexion ou autre, sans déformation permanente. La limite d'élasticité se mesure par la force que le métal peut supporter sans conserver une déformation permanente une fois

cette force annulée. Ces propriétés mécaniques, qui sont d'une portée significative pour la création d'objets par la déformation plastique, peuvent être modifiées selon la composition de l'alliage et les traitements thermiques.

L'or et l'argent sont des métaux qui se prêtent par excellence à la déformation plastique, car ils ont un haut degré de malléabilité. Les alliages à base de cuivre, même s'ils deviennent cassants plus rapidement, sont également appropriés aux techniques de déformation plastique. Malgré des propriétés chimiques et physiques différentes, le comportement pendant la déformation des alliages à base de cuivre et ceux à base d'or ou d'argent est comparable. Les alliages à base de cuivre sont réputés fragiles lorsqu'ils sont chauffés et risquent donc de se briser pendant la déformation par martelage (Maryon 1949, 94). En général, les métaux précieux et les alliages à base de cuivre se travaillent à température ambiante pendant la déformation plastique. Cependant des recuits doivent être réalisés à plusieurs reprises, car les alliages deviennent cassants pendant le processus de déformation. L'orfèvre doit bien connaître ces alliages pour agir au moment adéquat et éviter l'apparition de fissures. Après le recuit, qui se fait autour de 600-700°C, on laisse refroidir la pièce avant de poursuivre la déformation.

Les propriétés mécaniques des matériaux, telle la dureté, ont une influence sur le choix des techniques. Par exemple, à l'âge du Bronze, la gravure n'était pas une technique courante, car les matériaux adéquats manquaient. Pour graver de l'or ou du bronze, c'est-à-dire enlever des copeaux avec un instrument coupant, il faut un outil d'une haute dureté comme de l'acier durci ou du silex. Par expérimentations et par mesures de la dureté de différents alliages, Hans Drescher a examiné la capacité d'instruments en bronze à tailler dans des métaux connus à l'âge du Bronze (Drescher 1957, 27). Il a testé des pointes en bronze de différentes compositions, ayant différentes propriétés, et les effets sur la dureté par plusieurs traitements thermiques et mécaniques. Il en conclut que par un haut pourcentage d'étain dans un alliage à base de cuivre, la dureté augmente considérablement. Un même effet est produit par différentes étapes de déformation plastique à froid, qui durcissent l'outil en bronze. Des ustensiles en bronze martelé atteignent une valeur maximale de limite d'élasticité de 200-300 kg/mm<sup>2</sup>. Aujourd'hui les

aciers des outils nécessaires à l'usinage du bronze ont une dureté de l'ordre de 600-800 kg/mm<sup>2</sup>. Il est ainsi impossible d'utiliser des *techniques coupantes*, comme percer, scier ou graver, sur le bronze ou les métaux précieux avec un outil en bronze, quel que soit le degré de déformation de l'outil en bronze (Müller 1877, 38 ; Maryon, Plenderleith 1954, 648).

Les décors sur les objets en or, appliqués après la coulée, ne sont par conséquent pas gravés, mais réalisés à l'aide d'une pointe à tracer, poinçonnés, ciselés ou encore obtenus par abrasion. Les orifices sont obtenus par l'action puissante d'une pointe conique poussée par un marteau. Cette manière d'obtenir des perforations provoque des traces d'arrachement en forme de bourrelets sur le bord du trou (fig. 7a et b). Les contours d'une tôle ou les extrémités d'un objet massif sont coupés par un ciselet au tranchant affûté qui, par une déformation plastique continue, sans recuit, conduit à une rupture du matériau. Ainsi sont effectuées par découpage les coupures entre les lamelles des bijoux du cou, les *gargantillas de tiras* (fig. 7c).

## II. L'atelier de l'orfèvre

L'organisation et la structure de l'atelier d'orfèvre de l'âge du Bronze sont difficiles à cerner car aucun lieu de travail n'a été reconnu pour cette époque, et naturellement aucun outil n'a été trouvé dans un lieu supposé tel. Dans les années trente, Herbert Maryon a proposé une reconstitution d'un atelier d'orfèvre de l'âge du Bronze, peu convaincante, imaginant l'artisan travaillant debout, sur un énorme établi en pierre (fig. 14) (Maryon 1938b, fig. 1). Dans les années quatre-vingt-dix, des colloques ont été consacrés à l'or dans l'Antiquité, prenant en compte quelques aspects de l'atelier d'orfèvre de l'âge du Bronze, mais les résultats de ces rencontres scientifiques ne suffirent pas pour dessiner une esquisse de l'atelier de travail des métaux précieux (Éluère 1993 ; Cauuet 1999). L'atelier du métallurgiste du bronze de l'âge du Bronze et de l'âge du Fer a été pareillement une thématique de recherche importante dans les années quatre-vingts et quatre-vingt-dix (Mohen 1989 ; Pernot 1996 et 1998). Une session du colloque *Bronze'96* a été consacrée au thème "Du métal à l'objet", donc à l'atelier de fabrication, aux outils et aux techniques du bronzier (Mordant *et al.* 1998). Les réflexions

élaborées sur l'atelier du bronzier peuvent permettre de bâtir des analogies pour mieux comprendre le lieu de travail de l'orfèvre.

Un modèle théorique a été établi à partir des données recueillies dans des fouilles d'ateliers de bronziers de l'âge du Fer. L'espace de l'atelier aurait été organisé avec une zone sombre abritée des vents, et une zone éclairée (fig. 15) (Pernot 1993 et 1998, 115). Dans la partie plutôt sombre se serait effectuée la coulée. Il s'y serait aussi trouvé des aires de stockage et de séchage de moules. La partie éclairée aurait été destinée aux étapes de la déformation plastique, de la décoration et de la finition, ainsi qu'à l'élaboration des modèles en cire et des moules pour la coulée à la cire perdue. Cette proposition d'organisation de l'espace, en relation avec les différentes tâches de l'artisan métallurgiste, s'accorde bien avec les observations ethnographiques.

Par des sources iconographiques, nous disposons de quelques informations sur des ateliers d'orfèvres et de bronziers, correspondant à une longue période allant du milieu du III<sup>e</sup> millénaire a.C. en Égypte jusqu'au I<sup>er</sup> s. p.C. à Pompéi en Italie (fig. 16). Comme la composition en outils de base et la distribution des tâches de l'atelier (fig. 15) ont très peu changé pendant 2 500 ans, nous pouvons – en dépit des biais introduits par l'interprétation artistique – proposer que l'atelier de l'âge du Bronze ressemblait en partie à ces représentations.

Des analogies ethnographiques, constituées par des photographies et des dessins, montrent des



Fig. 14 - Proposition de reconstitution d'un atelier d'orfèvre de l'âge du Bronze (d'après Maryon 1938b, fig. 1).

## L'atelier de l'orfèvre, ses techniques et son outillage

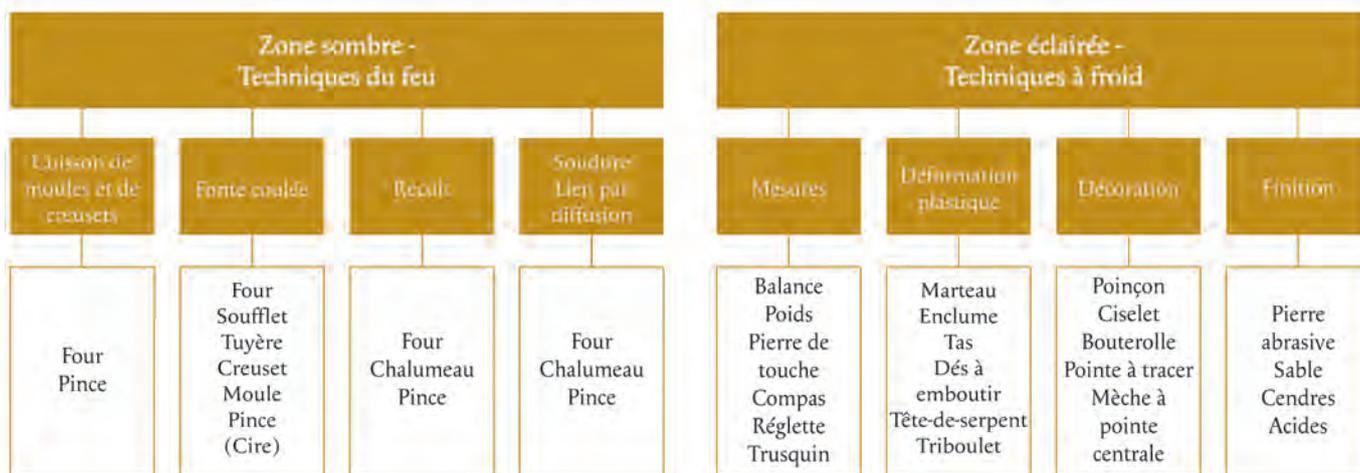


Fig. 15 - Présentation des étapes de travail, avec les outils impliqués, en relation avec une organisation spatiale.

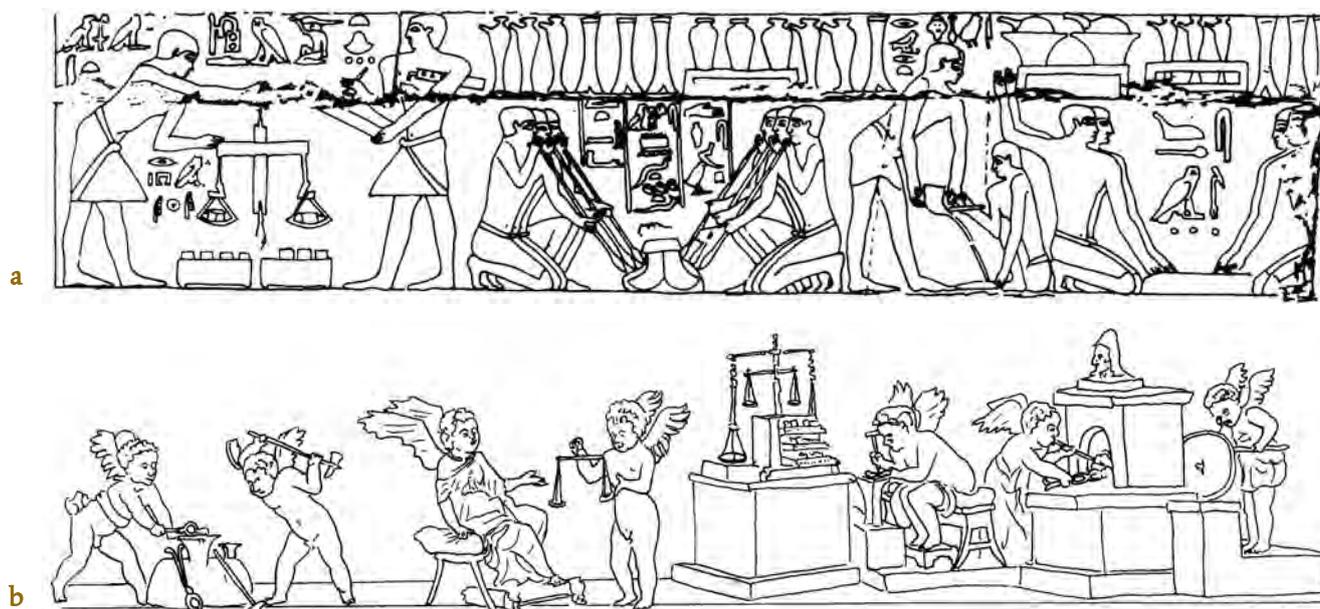


Fig. 16 - a. Atelier de métallurgiste égyptien représenté dans le tombeau de Ti, près de Saqqara, daté d'environ 2500 a.C. (d'après Scheel 1989) où sont visibles : balance et poids, four ventilé avec le chalumeau à bouche, tuyères, creuset, moule de coulée, pierres pour tenir le creuset, enclumes et marteaux en pierre ; b. Atelier d'orfèvres romains, Pompei, I<sup>er</sup> s. p.C. (d'après Ogden 1982, 66) où se trouvent également : balances et poids, four ventilé avec un probable soufflet et avec le chalumeau à bouche, bigornes, enclumes, marteaux et tenailles.

artisans dans leur lieu de travail, où l'orfèvre est plutôt assis en tailleur ou accroupi (Camps-Fabrer 1970, fig. 5-6 ; Gabus 1982 ; Anonyme 1999). En Afrique occidentale, divers types de lieux de travail, d'une à sept personnes, sous une tente, sous un abri ouvert, dans une hutte ou une maison, montrent une grande diversité d'installations permanentes et itinérantes (Armbruster 1995c, 129-131, fig. 13-14).

### III. L'outillage

Le terme *outil* vient du latin classique *usitilium*. C'est le nom générique par lequel on désigne la plupart des objets qui, aux mains d'une personne exerçant un métier, servent à agir sur la matière (Robert 1964, 47 ; Augé 1932, 286). C'est aussi l'instrument que l'artisan manie pour exercer sa profession, l'outillage étant l'assortiment d'outils, ou

d'instruments, du latin *instrumentum*, de *instruere* : construire, c'est se servir d'un outil, d'une machine, d'un appareil servant à un travail ou à une opération (Augé 1931, 82). Ces outils, instruments, ustensiles, servent à l'homme à transformer la matière et dialoguer avec elle (Feller, Tourret 1987). Leur utilisation revêt bien évidemment un caractère pratique, mais il s'agit également, dans la façon de faire, d'un concept socialement bien ancré.

L'outillage à disposition de l'orfèvre de l'âge du Bronze n'est qu'en partie spécialisé, certains outils pouvant aussi être utiles à d'autres artisans, comme pour le travail du bronze ou encore du cuir. Les formes et les matières des outils ne sont pas immuables pendant l'âge du Bronze, mais elles évoluent au fil du temps conjointement au développement de la technologie des métaux en général et des techniques de l'orfèvrerie en particulier. On distingue plusieurs groupes d'outils : pour la coulée, les mesures, la déformation plastique, et les techniques de décoration et de finition.

On ne trouve pas ces instruments de manière homogène, ni dans l'espace ni dans le temps. Pour donner un exemple, des balances à fléau et des poids correspondants sont des trouvailles exceptionnelles dans l'âge du Bronze en Europe occidentale. D'autres groupes d'outils sont conservés en plus grand nombre, c'est le cas des enclumes ou des marteaux à douille. Pour ce qui est de la répartition géographique des découvertes, certaines régions, comme l'Espagne et le Portugal, sont extrêmement pauvres en outillage de métallurgistes, tandis que d'autres, comme la France, ont livré un vaste échantillonnage. Les outils préservés sont en grande partie des outils de métallurgistes plurifonctionnels ; ils ont pu servir autant à l'orfèvre qu'au bronzier pour travailler de petits objets.

Des études de terrain en Afrique occidentale ont montré que l'outillage – marteaux, enclumes, ciselets ou poinçons décoratifs – est utilisé par plusieurs branches d'activités artisanales. Il en va ainsi de l'orfèvre, du bronzier, mais aussi du cloutier, ou encore du maroquinier ou de l'ébéniste, qui fabriquent des objets décoratifs. Par exemple, le même type de petite enclume est présent à la fois chez l'orfèvre et chez le cloutier qui forge des clous pour l'assemblage des éléments en bois de pirogues (Armbruster 1990, 40 et 1995c, 131, fig. 14). Cette observation pose le problème de l'interprétation

fonctionnelle correcte des vestiges archéologiques. Pour les outils, il faut toujours imaginer que des fonctions multiples sont possibles.

Parmi le large éventail des outils connus de l'âge du Bronze, la pierre de touche est le seul à n'avoir, indubitablement, été utilisé que par le seul artisan de l'or. Rares sont les cas où l'identification de traces d'or sur un outil a permis une détermination fonctionnelle précise comme outil d'orfèvre. C'est le cas cependant pour quelques outils en bronze, comme la petite enclume de Lichfield, Staffordshire, Angleterre, ou le tas de Lachen-Speyerdorf, Stadt Neustadt an der Weinstrasse, Allemagne, où des analyses de composition élémentaire ont détecté des restes d'or adhérant à la surface (Needham, Meeks 1993 ; Sperber 2000). Ces résultats incitent à développer les études analytiques dans ce domaine.

L'outillage de l'orfèvre de l'âge du Bronze est composé de divers matériaux choisis selon leurs comportements mécanique et thermique ; ce sont la céramique, la pierre, le métal – cuivre ou bronze – le bois végétal, l'os ou encore le bois de cerf (Armbruster 2010b et 2012b). Les creusets, tuyères et certains moules de coulée sont façonnés en céramique. Une céramique réfractaire offre des propriétés de résistance à la chaleur en même temps qu'une capacité à l'emmagasiner ; ainsi, le choc thermique, dû à l'apport brutal du métal liquide lors de la coulée, peut être supporté. D'autres moules sont en pierre ou en bronze comme les outils utilisés pour la déformation plastique. Excepté – peut-être – au tout début de la métallurgie, la pierre n'est jamais la matière exclusive pour les trois catégories d'outils que sont : les moules de coulée, les marteaux et les enclumes. Il faut souligner que la pierre, la céramique et le bronze, aux qualités différentes pour la coulée, ont cohabité dans les ateliers des métallurgistes au moins jusqu'au Moyen Âge (Armbruster 2006a).

Rappelons que, outre des matières dures et généralement non périssables composant les outils, d'autres matériaux étaient présents dans l'atelier : des bois, de la corne, du cuir, de la cire, ou encore des acides. Ces matières périssables ne se conservent que dans des conditions particulières et donc ne nous parviennent que très rarement. C'est le cas pour des éléments d'outils découverts dans des milieux humides (Wyss 1967). Un exemple extraordinaire de vestiges de cire d'abeille a été signalé récemment dans le contexte de l'âge du Bronze final (La Niece 2009).

Il s'agit de *noyaux* en cire dans deux *lock-rings* provenant d'un dépôt de six bijoux du même type près de Berwick-upon-Tweed, Northumberland, dans le nord de l'Angleterre (Needham *et al.* 2007). Dans ce cas, la cire n'a pas servi au procédé de la *cire perdue*, mais comme renforcement d'objets creux en tôle fine pour éviter des déformations lors de l'utilisation. Les matériaux de renforcement de bijoux creux de l'âge du Bronze n'ont pas souvent fait l'objet d'études. Rappelons ici le cas de la *boîte* de Lannion, Côtes-d'Armor, France, objet de décoration réalisé en deux coques placées autour d'une âme en sable et résine (fig. 142, p. 137) (Taylor 1974).

Par comparaison avec d'autres branches florissantes de la recherche archéologique, la technologie de l'âge du Bronze demeure un sujet relativement peu étudié et peu enseigné. En dépit de certaines avancées, ce que Hans-Jürgen Hundt exprimait en 1964 reste toujours d'actualité : "*Wir werden in der Beurteilung vieler prähistorischer Metallerzeugnisse und ihres kulturhistorischen Hintergrundes nur weiter kommen, wenn wir neben der abstrakten metallurgischen Analyse der Erforschung der Geschichte des Handwerks weit mehr Beachtung schenken, als dies bisher der Fall war*" (Nous ne pourrions pas avancer dans notre appréciation sur de nombreuses productions métallurgiques préhistoriques ni sur leur contexte historique et culturel, si – à côté de l'analyse métallurgique abstraite – nous n'accordons pas plus d'attention à l'investigation de l'histoire de l'artisanat, ce qui est le cas jusqu'à présent) (Hundt 1964, 216).

Une partie des outils de déformation plastique, en pierre ou en bronze, dont il est question dans la présente étude, est considérée comme un *outillage simple* selon la définition de Marcel Mauss (Mauss 1967, 32). Cette catégorie inclut des "*outils composés d'une seule pièce*", donc monolithes ou monobloc pour les pièces en bronze. Les enclumes, les tas, ainsi que des marteaux en pierre sans manche, sont souvent classés dans ce groupe. Cependant, pour la plupart des enclumes et des tas, il faudrait restituer une fixation ; dans cette logique, ils font partie des instruments composés, mais une enclume de forme parallélépipédique, ayant pu servir sans être fixée dans un billot, doit rester classée parmi les outils simples. En l'absence de découverte de billot, la difficulté reste réelle pour classer les enclumes. Aujourd'hui encore, les dés d'orfèvrerie, blocs d'acier servant de surface de travail pour la déformation plastique, sont utilisés

comme les enclumes parallélépipédiques sans billot. Le cas des marteaux composés de deux pièces, une tête en pierre ou en bronze, et un manche en bois, est souvent plus simple et ils s'apparentent aux "*outils composés*", donc plus complexes selon Mauss.

## IV. Les instruments de mesure

Les instruments de mesure jouent un rôle important dans l'atelier de fabrication d'objets métalliques ; ils servent à estimer la quantité et la qualité des matières. En orfèvrerie, la balance et les poids, ainsi que la pierre de touche, sont indispensables. En revanche, des instruments de mesure linéaire, essentiels pour mesurer des distances et des longueurs ou pour diviser un espace, ne sont pas présents dans le mobilier archéologique. Cependant l'utilisation de compas et de réglettes, servant à organiser l'espace sur l'objet, peut être déduite à l'aide d'indices indirects : maintes compositions de formes et de décors mettent en évidence que des mesures ont dû être prises.

### A. Balances et poids

L'orfèvre dispose d'au moins une balance et de poids qui lui permettent de prendre des mesures pondérales, par exemple pour déterminer et comparer la quantité du métal initial et de l'objet fini, ou pour mesurer les constituants d'un alliage. Ces instruments ne sont pas spécifiques à l'orfèvre, mais de nature multifonctionnelle car ils ont pu servir à d'autres artisans ou marchands (Skinner 1954). Des représentations graphiques dans des tombes égyptiennes (fig. 12a et 16a) illustrent bien la méthode pour peser des lingots à l'aide d'une balance à fléau et des poids standardisés (Davies 1933, pl. 11 ; Petruso 1981).

Étymologiquement, le mot balance vient du latin *bilanx*, pluriel de *bilancis*, ce qui implique la présence de deux plateaux (Pellicer 1990, 61). Les découvertes de balances et de poids sont toutefois encore rares. Quelques exemplaires de l'âge du Bronze sont représentés en France par des fléaux de petites balances en os ou en bois de cerf et un seul en bronze (fig. 17). Le fait que des fléaux de balance aient été mis au jour dans de riches tombes masculines indique que ce genre d'outil appartenait à des membres d'une classe relativement élevée, sans qu'il soit possible de

déterminer précisément le rang social des défunts (Peake *et al.* 1999a et b). La découverte d'un fléau dans un environnement funéraire riche, Les Gours aux Lions à Marolles-sur-Seine, Seine-et-Marne, France (fig. 17, n° 2), est particulièrement intéressante ; cet élément de balance a été associé à de petits morceaux d'or, un bloc d'ambre, une pierre abrasive, une petite hache en roche tenace polie et des objets en bronze (Mordant, Mordant 1970, 63-67).

En péninsule Ibérique, des poids et des fragments de plateaux de balance en bronze sont connus dans des contextes du Bronze final et du début de l'âge du Fer (Pellicer 1990). Bien évidemment, il est impossible de déterminer leur fonction exacte, ni quelle matière a pu être pesée avec ces instruments. À El Risco, en Extremadure espagnole, des poids et des vestiges de deux plateaux ont été découverts (Bravo 1999, fig. 29, 1-2). À Cancho Roano, Espagne, des plateaux de balance ont été mis en relation avec des activités métallurgiques du début de l'âge du Fer (Celestino Pérez 2003, fig. 18, 8-9).

Plusieurs poids en bronze datant de l'âge du Bronze final et de l'âge du Fer ont été identifiés récemment sur le territoire de l'actuel Portugal, notamment

dans la zone entre les fleuves *Douro* et *Tejo* (Vilaça 2003 ; 2005 et 2011). Parmi les poids de la péninsule Ibérique, ceux de forme bitronconique de section hexagonale et d'autres plutôt ronds sont prédominants, mais il en existe aussi de forme cylindrique et même un exemple de forme octaédrique. Dans le grand ensemble d'objets en bronze du site de Castro da Nossa Senhora da Guia, Baiões, Viseu, ont été découverts, sans contexte précis, deux poids : un de forme bitronconique et l'autre sphérique (fig. 18). Malgré la difficulté de situer dans le temps ces deux pièces, leur appartenance au Bronze final, comme pour la plupart des objets de ce site, reste très probable. Un autre ensemble portugais du Bronze final contient également des poids. Il s'agit du dépôt de Baleizão, Beja, constitué de six poids en bronze, mais aussi d'un torque et d'un bracelet de section quadrangulaire, d'un anneau et de fragments en or, de trois haches plates, d'anneaux et des restes d'une fibule en bronze, et enfin d'une perle ou anneau en verre (Vilaça 2005, fig. 1-3). Cette découverte d'un poids important, avec de l'or, plus précisément avec un morceau de lingot et d'autres fragments, se révèle d'une portée remarquable et fait évidemment penser que les poids étaient destinés à

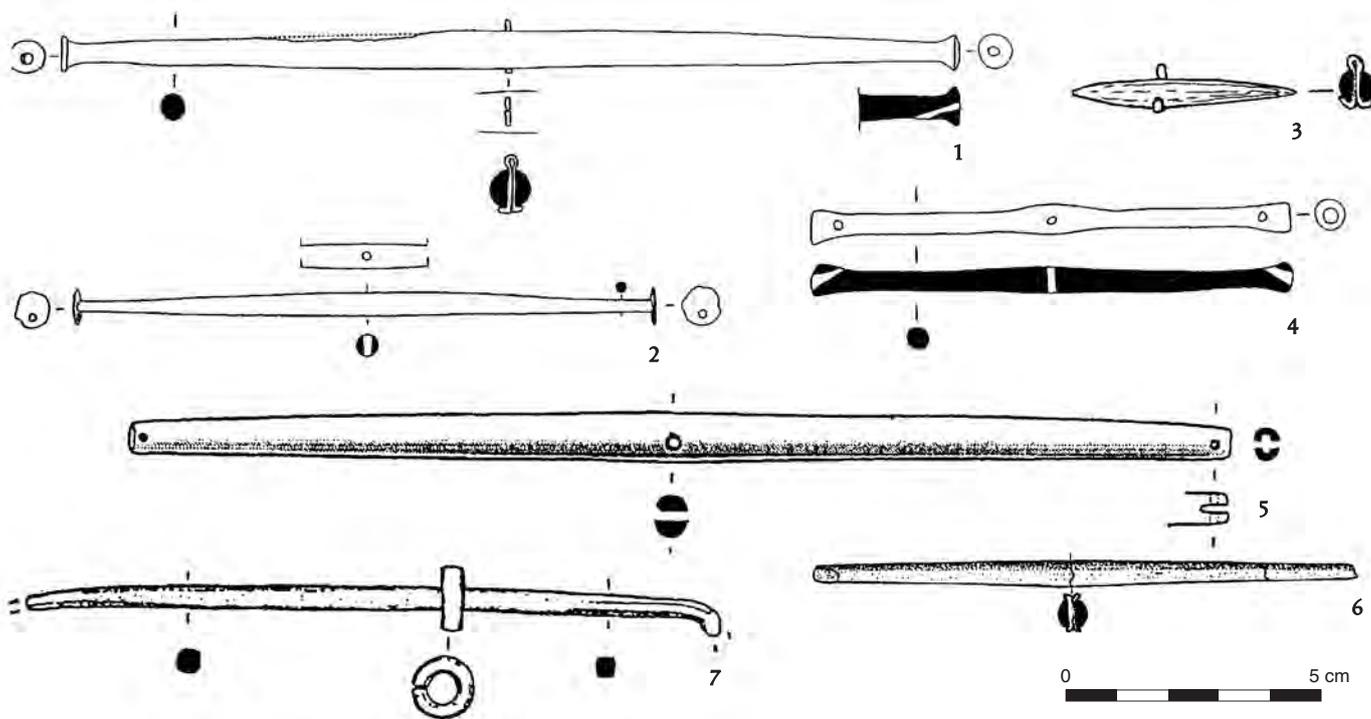


Fig. 17 - Fléaux de petites balances en os ou en bois de cerf, sauf le n° 7 qui est en bronze (d'après Gomez de Soto 2001, 119, fig. 5, 1-8) : 1. Vilhonneur, Charente ; 2. Marolles-sur-Seine, Seine-et-Marne ; 3. Monéteau, Yonne ; 4. Agris, Charente, France ; 5. Bordjos, Banat, Hongrie ; 6. Marolles-sur-Seine, Seine-et-Marne ; 7. Richemont-Pépinville, Moselle, France.



Fig. 18 - Poids en bronze de l'âge du Bronze, Baiões, Viseu.

la pesée de l'or. Ces données montrent la nécessité d'études pondérales qui prennent en considération le calcul du poids de l'objet rapporté aux poids en bronze existant réellement (Robert 2008).

Le savoir-faire et l'utilité de peser des métaux ont été démontrés par des travaux de Christopher Pare pour l'âge du Bronze en Europe centrale (Pare 1999 et 2000). Il est établi que peser a été une pratique courante pour les métaux précieux (Spratling 1980). Il faut considérer également la pesée de la cire utilisée pour la coulée à la cire perdue. Les découvertes des épaves du Cap Gelidonya et d'Ulu Burun, en Turquie, représentent des ensembles que l'on peut relier à des marchands et des artisans itinérants de l'âge du Bronze en Méditerranée en raison de l'association de lingots, de poids, de balances et d'enclumes (Muckelroy 1978, 70-71 ; Pulak 2000). Dans le bassin méditerranéen, l'existence d'un standard pondéral pour l'or est prouvé pour l'âge du Bronze et les découvertes d'instruments à peser sont fréquentes (Eiwanger 1989 ; Steuer 2007, 548-553). Des études menées sur certains groupes d'objets en or de la péninsule Ibérique, et qui essaient de donner quelques indications sur des systèmes pondéraux existant à l'âge du Bronze final, restent peu convaincantes (Ruiz-Gálvez Priego 1995 ; Galán, Ruiz-Gálvez Priego 1996 ; Ruiz-Gálvez Priego 2000). Établir des standards pour les systèmes pré-monétaires protohistoriques en Europe occidentale, qui soient internationalement acceptés, reste toujours un défi (Briard 1987 ; Bouzek 2004).

## B. Pierres de touche

La pierre de touche sert à tester la qualité de l'or ; c'est un galet non aménagé fait d'une roche dure de couleur foncée, de texture fine et très légèrement rugueuse. Cet outil est employé dans un examen colorimétrique afin d'estimer la teneur en or d'un alliage (Oddy 1986 ; Bachmann 1995). Cette possibilité d'analyse qualitative découle du fait que la couleur des alliages d'or varie en fonction de la composition ; la teinte est blanchâtre pour les forts pourcentages en argent, rougeâtre pour les mélanges à haute concentration de cuivre, et jaune foncé / jaune-rouge pour les ors presque purs (fig. 13). L'usage de cet outil se situe soit au début, soit à la fin de la chaîne opératoire. L'objet à examiner est frotté sur la pierre ; la couleur de la trace métallique laissée par abrasion sur la pierre – de teinte foncée pour une bonne lecture – informe sur la quantité d'or contenue dans l'alliage (Wälchli, Vuilleumier 1985). L'orfèvre doit donc posséder une grande expérience pour distinguer les différentes nuances de couleurs correspondant aux différentes teneurs en or dans les alliages examinés. Cette technique d'essai est encore utilisée de nos jours (Armbruster 1995c, 201, fig. 47, 3).

Ce sont parfois quelques traces d'or laissées sur la surface par l'abrasion qui permettent de reconnaître une pierre comme outil ayant participé au travail de l'orfèvre. Des galets à grain très fin de schistes siliceux sont couramment employés (fig. 19). La teinte sombre de la roche est choisie pour renforcer le contraste des couleurs. Des pierres de touche ont bénéficié, plus que d'autres outils en pierre du métallurgiste, d'analyses pétrographiques pour déterminer la nature de la roche (Moore 1982 ; Moore, Oddy 1985). Des pierres dénommées *lydiennes*, des schistes siliceux de teinte sombre, des tuffis, de la taconite et du hornfels, sont apparues comme présentant de bonnes qualités. Des analyses effectuées sur des pierres de touche ont aussi pu apporter des informations sur la composition des restes métalliques (Cauuet 1994).

Peu de pierres de touche ont été retrouvées dans les contextes de l'âge du Bronze, tel l'exemplaire de Choisy-au-Bac, Oise, France, qui est associé à des objets en or (fig. 19a) (Éluère 1985a). Cette pierre est d'un intérêt spécifique, car des analyses à sa surface ont bien identifié de l'or (Éluère 1986). Un exemple percé, provenant du site fortifié de l'âge du Bronze final situé à Baiões, Viseu, Portugal, déjà mentionné

plus haut, a d'abord été considéré comme un simple pendentif avant d'être identifié comme une pierre de touche (fig. 19b) (Armbruster 2004b, 51). Rappelons que d'autres outils de métallurgistes, avec parmi eux des poids en bronze et une pierre abrasive, des moules en bronze et en céramique pour la coulée d'objets en bronze, ont été découverts sur le même site (Armbruster 2002-2003 ; Vilaça 2003) ; de plus, ce site a aussi permis la mise au jour d'un ensemble considérable d'armes, d'outils, de vaisselles, d'objets rituels et des bijoux en bronze et en or.



Fig. 19 - Pierres de touche : de Choisy-au-Bac, Oise (a), de Baiões, Viséu, datées du Bronze final (b) et du Mali, période actuelle (c).

Cette catégorie d'outil est mal connue dans l'âge du Bronze en dépit de sa grande importance dans un atelier d'orfèvre. Jusqu'à une date récente, il n'a guère été porté attention aux vestiges des moyens de contrôle du titre des alliages d'or. La forme peu spécifique et le manque d'aménagement artificiel rendent la pierre de touche plus difficile à cerner dans le contexte archéologique que d'autres classes d'outils.

### C. Mesures de dimensions

Un grand nombre d'objets en or suggère l'utilisation d'instruments de mesure de distances ou de longueurs. Donc, le compas ou d'autres dispositifs sont indispensables à la préfiguration de la disposition du décor, pour le calcul des proportions et de l'espace disponible et même pour la mise en forme de l'objet. Des objets qui semblent être des "tiges de mesures" ont été trouvés en petit nombre en Europe centrale et nordique (Drescher 1954).

Deux éléments du dépôt de Génelard, Saône-et-Loire, France, un des ensembles les plus importants d'outils de l'âge du Bronze, ont probablement eu des fonctions qui les classent dans ce groupe d'instruments (Thevenot 1998, fig. 5, 14 et 16). Un outil à deux pointes, vraisemblablement réalisé dans une chute de coulée, a pu servir à tracer des cercles ; un morceau de bronze plat coudé et percé de trous a pu aider à mesurer des distances. Les tiges de mesures décrites par H. Drescher sont des tiges en bronze de section rectangulaire et percées. Un instrument provenant du dépôt de l'âge du Bronze final de Drouwen, Drenthe, Pays-Bas, a été comparé avec des vestiges des sites lacustres suisses (Butler 1979). Il s'agit d'une tige de section rectangulaire, percée de trous à distance régulière. Des instruments analogues ont été évoqués pour réaliser le tracé de la position de bossettes organisées de façon concentrique sur des bouteilles en bronze d'Italie (Marzoli 1989, 16-19). L'utilisation de compas est d'ailleurs prouvée par des traces d'outils sur des amphores en tôle de bronze (Jockenhövel 1974). Un instrument fait d'une tige en bronze de section carrée, courbée en forme de U, a été découvert dans un dépôt de l'âge du Bronze final, plus précisément vers la fin de la Culture des Champs d'Urnes, situé en Bavière, Allemagne. Ce dépôt comporte 290 objets en bronze placés dans une grande tasse en bronze, dont un ciselet, un ciseau à douille et l'instrument en question (Koschik 1981,

fig. 4, 1-3). Une fonction de compas a été proposée pour cet instrument (Kubach-Richter 1995). Le compas articulé à deux tiges n'est retrouvé que dans des contextes de l'âge du Fer, tel le Castro portugais, la Citânia de Briteiros, Braga (Lernerz de Wilde 1977, fig. 5). En cohérence, des ornements complexes à base de tracés faits à l'aide d'un compas sont courants sur des objets métalliques de l'âge du Fer (Verger 1996).

Il est évident, par les formes géométriques et la disposition de certains décors, que non seulement l'orfèvre avait à sa disposition des outils de mesure et de mise en place des tracés préparatoires, mais il avait aussi des connaissances géométriques. Le tracé des cercles et des motifs concentriques est avéré par les vestiges archéologiques. La division du cercle sur la tôle d'un disque solaire ou d'une surface arrondie en ronde-bosse comme celle de bouteilles ou de coupes en quatre, six, huit et dix parties, lui était familière. Ainsi était pratiquée la préparation d'espaces équidistants, par exemple dans la préparation du décor de bossettes régulièrement séparées de *gorgets* (fig. 222, p. 222). Enfin, des traits préparatoires parallèles tracés sur de la vaisselle ont été observés. En conséquence, on peut affirmer qu'il existait bien des dispositifs comparables à nos compas, règles et trusquins d'orfèvre ; rappelons que ce dernier instrument porte une pointe à tracer en position sensiblement horizontale placée sur un axe vertical (Untracht 1968, 242, fig. 3 ; Perrier 1979, 76 et 113).

## V. Les techniques du feu – la coulée

L'orfèvrerie est un art pyrotechnique, c'est-à-dire qui requiert de hautes températures pour la mise en œuvre de plusieurs procédés. Le comportement du métal soumis à la chaleur, avec sa capacité de se liquéfier à la température de fusion, a été bien maîtrisé par les artisans de l'âge du Bronze. La place centrale de l'atelier d'orfèvrerie est donc le foyer ou le four, source de chaleur indispensable afin de fondre le métal pour la coulée, pour le recuit et pour la soudure. Rappelons ici que les objets en or de l'âge du Bronze sont pour la plupart faits d'un alliage naturel tel qu'il est trouvé dans la nature. L'alliage intentionnel, pour la soudure par exemple, ne commence à être utilisé que vers la fin du Bronze final dans le monde atlantique. La combustion du charbon de bois requiert une ventilation forcée pour atteindre

une température de plus de 1 000°C nécessaire à la fusion de l'or. La circulation d'air, produite à l'aide d'un soufflet ou d'un chalumeau, passait par des tuyères. Nous ne savons rien de concret sur la manière de procéder des orfèvres pour chauffer leur four, faire fondre l'or et le couler.

Aucun atelier d'orfèvrerie n'étant connu à l'âge du Bronze, on ne peut disposer que des analogies pour dessiner l'image d'un probable four équipé avec un soufflet. Le four pouvait être une fosse creusée dans le sol, ou bien une structure construite en briques ou encore en argile crue au départ. Le soufflet peut être un dispositif simple fait d'une ou de deux peaux, d'ovidés par exemple, ou bien être constitué d'une structure faite de pots, de céramique ou de bois, avec une membrane en cuir. Les possibilités d'analogies à partir de représentations graphiques présentes dans des tombes égyptiennes (Scheel 1989), sur des vases grecs (Weisgerber, Roden 1986 ; Zimmer 2002), ou dans des études ethnographiques sont vastes (fig. 11, p. 24) (Cline 1937 ; Forbes 1958, 81-86). Les représentations graphiques et les analogies ethnographiques suggèrent des systèmes de soufflets simples en peau ou des pots doubles.

Le creuset, en argile fortement dégraissée, sert de récipient réfractaire pour fondre le métal, le transporter et enfin verser la matière liquide dans le moule. Il existe des formes variées, cylindrique, ovoïde ou tétraédrique (Bayley, Rehren 2007). Les creusets qui nous sont parvenus de l'âge du Bronze sont pour la plupart liés à la coulée du bronze. L'orfèvre utilise en général des creusets de très petite taille. Pour la coulée à la cire perdue de certains objets lourds en or, comme les gobelets du trésor espagnol de Caldas de Reyes, Pontevedra, le bracelet portugais d'Estremoz, Évora (fig. 188, p. 186), le *dress-fastener* irlandais de Clones, Co. Monaghan (fig. 61b, p. 71), ou encore les *candélabres* andalous de Lebrija, Séville (fig. 191, p. 189), la capacité du creuset a dû atteindre un volume d'environ 50 cm<sup>3</sup> correspondant à environ un kilogramme de métal.

Tout objet en or est fabriqué à partir d'un produit préliminaire coulé soit sous la forme d'un lingot, soit sous la forme d'une ébauche semi-finie ou encore directement par un objet brut de coulée qui porte la forme et le décor désirés. En orfèvrerie, on distingue plusieurs groupes de moules de coulée : des lingotières en pierre ou en argile dégraissée, des moules bivalves

en pierre ou en argile dégraissée, et des moules en argile dégraissée pour la coulée à la cire perdue. Le dégraissant pour les creusets et les moules est du sable et/ou des fibres organiques, servant d'une part à éviter la fissuration lors du séchage, d'autre part de rendre la matière thermiquement plus isolante. Il est probable que les orfèvres utilisaient aussi des moules en os de seiche ou tout simplement des cavités creusées dans des morceaux de charbon de bois, mais ces matériaux ne se sont pas conservés (Untracht 1982, 484-489 ; Naumann *et al.* 2000, 191). Seules des empreintes de la structure de l'os de seiche sur la surface brute de coulée pourrait l'indiquer, ainsi qu'une étude de boucles de ceinture en argent du haut Moyen Âge le prouve (Blumer, Knaut 1991). Il est à noter que ces pratiques de coulée dans un os de seiche ou dans du charbon sont encore courantes de nos jours pour obtenir des formes simples.

### A. La coulée de lingots

Des moules à lingots, en céramique et en pierre, nous sont parvenus, mais aucun n'est connu comme étant spécifique au travail de l'orfèvre de l'âge du Bronze atlantique. Mentionnons cependant un moule multiple en pierre, provenant de Ballajora, Maughold, île de Man, comme un excellent exemple de moule destiné à la coulée de lingots en bronze ou en or (fig. 20). Il est muni de deux cavités distinctes, l'une pour

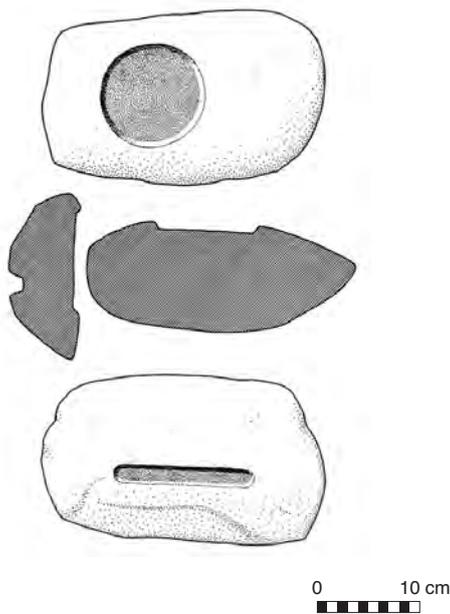


Fig. 20 - Moule-lingotière pour des barres et des disques, Ballajora, Maughold (d'après Tylecote 1987, 19, fig. 1.8).

des lingots en forme de barre, et l'autre en forme de disque. Si nous ignorons quel métal a été coulé dans ce moule, cet exemplaire indique bien l'existence de plusieurs formes de lingots.

Les lingots d'or pouvaient servir de moyen de transport et d'échange, mais aussi comme ébauche pour la fabrication d'objets par déformation plastique. Les procédés de déformation transforment partiellement ou entièrement la forme initiale. La fabrication d'une vaisselle requiert un lingot en forme de plaque discoïdale, alors qu'un torque ou un bracelet est plutôt obtenu à partir d'un lingot en forme de barre. Des lingots de cette dernière forme n'ont que très rarement été conservés en l'état, cependant quelques-uns ont été mis au jour. Deux exemplaires existent dans le remarquable dépôt irlandais de Mooghaun, Co. Clare (fig. 93, p. 96) (Eogan 1994, pl. 15). Un objet rubané et fragmenté en cours de travail est associé à une hache de bronze et à un bracelet en or dans le contexte de la phase Ewart Park, seconde phase de l'âge du Bronze récent au Pays de Galles (Aldhouse-Green, Northover 1996). Un fragment de lingot d'or, initialement en forme de barre, fait partie du dépôt d'objets en bronze et en or de Baleizão, Beja (Vilaça 2005). Deux petits lingots de section plano-convexe, mais de formes irrégulières, ont été trouvés dans des dépôts d'or français. Celui de Saint-Jean-Trolimon, Finistère, est associé à un bracelet de section quadrangulaire, quatre éléments annulaires et un fragment de bande ; celui de "Bretagne", Morbihan ou Finistère, est accompagné par deux bracelets et six fragments de tôles et de tiges (Éluère 1982, 113, fig. 131-132 ; 182, fig. 170 et 184, fig. 172). Un troisième modèle de lingot, en forme d'anneau, est connu à l'âge du Bronze ; la découverte faite à Esposende, Braga, Portugal, indique l'existence de ce type, probablement destiné à la fabrication d'objets cylindriques, tels des bracelets circulaires fermés (fig. 181, p. 177) (Armbruster, Parreira 1993).

### B. La fonte de l'or à la cire perdue

La méthode à la cire perdue est une technique de moulage qui requiert un modèle en cire, correspondant à l'objet souhaité, et un matériau composé d'argile et de dégraissants, minéraux et organiques, pour réaliser le moule enrobant ce modèle (fig. 21 et 22). Cette technique, connue depuis le V<sup>e</sup> millénaire en Bulgarie (Leusch *et al.* 2014) et depuis le IV<sup>e</sup> millé-

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

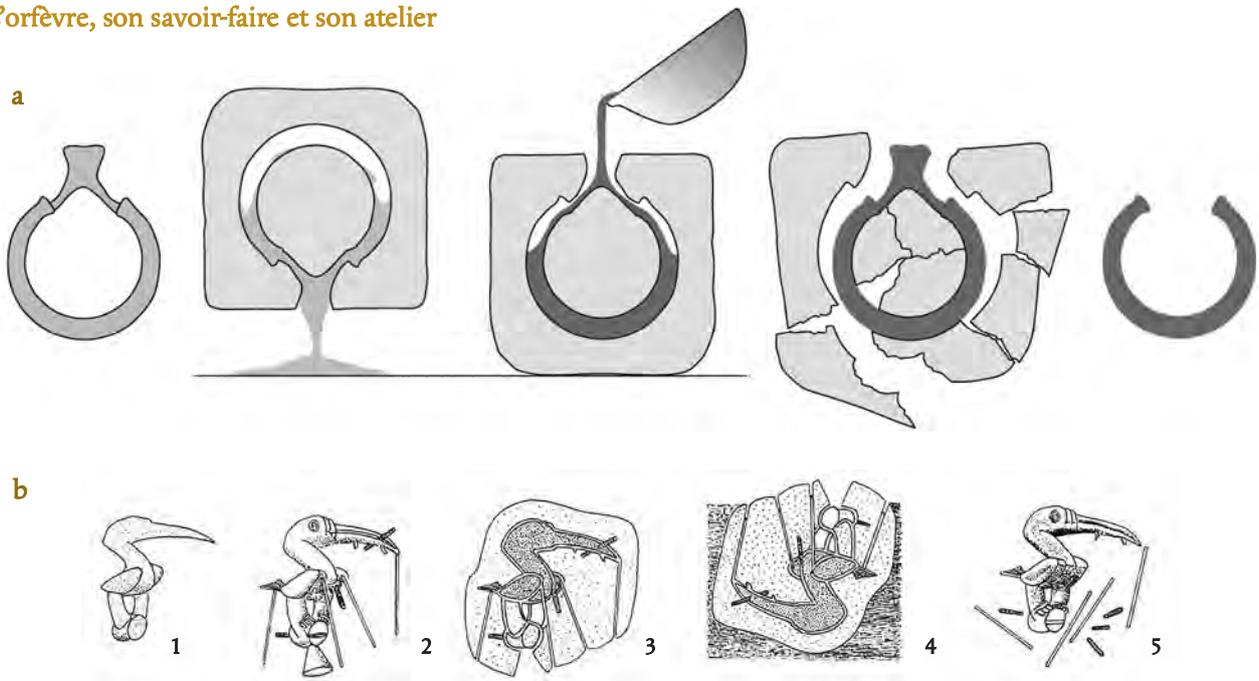


Fig. 21 - Variantes de la technique à la cire perdue : a. Fonte d'un bracelet massif ; b. Fonte en creux avec noyau (d'après Easby 1974).

naire aux Proche- et Moyen-Orient, est appliquée pour obtenir des objets complexes massifs ou creux en or (Hunt 1980). Indépendamment de sa longue histoire en Asie et en Europe, elle fut également développée en Amérique précolombienne (Easby 1974 ; La Niece, Meeks 2000) ; elle continue d'être employée, de façon traditionnelle, par exemple en Inde et en Afrique occidentale (Pal 1978 ; Fröhlich 1981 ; Armbruster 1993d).

La coulée à la cire perdue dans l'orfèvrerie n'a été pratiquée en Europe atlantique que depuis le Bronze moyen. Ceci est attesté par les trois gobelets en or du dépôt de Caldas de Reyes, Pontevedra (fig. 6b, p. 19 et 143, p. 139) (Armbruster 1996). Outre des formes creuses telles celles de la vaisselle ou de bijoux cylindriques du type "Villena-Estremoz" (fig. 68, p. 77 et 188, p. 186) (Armbruster 2004c), les objets massifs comme les bracelets, décorés ou à extrémités évasées, et des *dress-fasteners* (fig. 61b, p. 71) sont également coulés par le procédé de la cire perdue. Ce dernier permet la coulée de formes complexes, creuses ou avec des filigranes, avec des contre-dépouilles ; ceci n'est pas réalisable avec des moules en deux pièces (Armbruster 2001a). Ce n'est que depuis peu que cette technique est reconnue pour la fabrication d'objets en or en Europe atlantique hors de la péninsule Ibérique (Meeks *et al.* 2008).



Fig. 22 - Coulée à la cire perdue au Mali actuel : a. Modèle en cire et produit fini ; b. Moules de coulée en terre cuite et four en arrière-plan.

Différentes variantes permettent de réaliser : des objets massifs avec ou sans décor en relief ; des objets creux sur noyau en argile ; une coulée secondaire constructive (c'est-à-dire un assemblage avec une pièce déjà fabriquée) ; une coulée secondaire de réparation. La chaîne opératoire est similaire : réalisation du modèle en cire ; enrobage avec une argile très dégraissée ; séchage du moule ; évacuation de la cire liquide ; coulée du métal ; refroidissement ; bris du moule ; finition. En conséquence, les matériaux et les outils employés sont sensiblement les mêmes, mais varient cependant. La cire – le plus souvent celle des abeilles – peut être travaillée à froid ou à chaud, donc à l'état liquide, pâteux ou solide selon les propriétés souhaitées (Schönfeld, Gisbier 1986). Diverses charges peuvent être ajoutées, le plus souvent une résine ou de la poudre de charbon, pour modifier la consistance ; l'emploi d'orpiment (sulfure d'arsenic) (Büll 1977, 785-894) est attesté pour durcir et colorer une cire d'abeille placée dans un diptyque en bois trouvé dans l'épave déjà évoquée d'Ulu Burun (Bass 1987, 730). Maintes possibilités s'offrent pour la réalisation du modèle. Des éléments modelés à la main peuvent être assemblés par soudure, des parties peuvent être enlevées. Une tige en cire peut être torsadée. Le roulage d'une tige à l'aide d'une spatule en bois sur une surface lisse permet la fabrication de fils fins. La cire peut aussi être travaillée au tour. Il est à noter qu'un modèle peut être produit en série par coulée de la cire dans un moule, en bois par exemple.

Le modèle en cire doit être muni d'un cône de coulée ; selon sa forme, plus ou moins complexe, des canaux supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires. Ensuite, le modèle achevé est couvert d'un sable argileux dégraissé avec par exemple du crottin d'un herbivore, ou encore des feuilles sèches broyées ; de la poudre de charbon de bois finement broyé peut aussi être ajoutée. La mixture d'argile est appliquée en plusieurs couches ; chacune doit sécher avant que la suivante ne soit posée. Ainsi se forme la carapace du moule. Après séchage, le moule est chauffé sur des braises pour liquéfier, puis évacuer la cire. Ensuite, par cuisson, tous les restes d'humidité et de cire doivent être éliminés pour éviter la formation de gaz dans le moule, ce qui pourrait provoquer un éclatement. Le métal, fondu dans un creuset, est versé dans le moule posé avec l'ouverture du cône de coulée vers le haut. Après le refroidissement de l'ensemble, le moule est brisé pour extraire le produit brut de coulée.

Le procédé s'applique à la fabrication d'objets creux, le modèle en cire est alors réalisé sur un noyau en argile. Un tel noyau est indispensable pour la coulée de perles (fig. 137, p. 130), de gobelets (fig. 143, p. 139) ou encore de certains types de bracelets (fig. 68, p. 77), par exemple : les gobelets du dépôt de Caldas de Reyes, Pontevedra, du Bronze moyen, ou les bracelets du type "Villena-Estremoz" du Bronze final. L'usage de la coulée secondaire, pour réaliser un assemblage, est décrit dans le paragraphe des techniques d'union à chaud (cf. p. 87).

## VI. Le formage par déformation plastique

L'orfèvre et le bronzier de l'âge du Bronze disposaient d'un outillage spécialisé pour les techniques de la déformation plastique. Il s'agit principalement d'outils de percussion qui agissent par leur masse, leur forme en appliquant une force dirigée. Pour les techniques de la mise en forme et les techniques de décor, ce sont des outils de frappe directe, ou indirecte ; on distingue les passifs et les actifs. Les outils de base du martelage sont les supports et récepteurs de chocs, de fonction passive ; faits d'une matière dure, ce sont

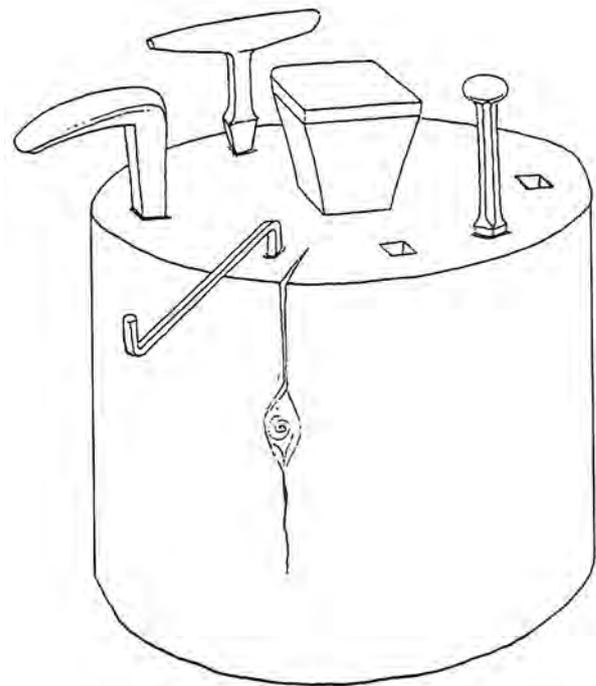


Fig. 23 - Fixation d'enclumes dans un billot (d'après Fröhlich, Fröhlich 1974, 85).

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

l'enclume, le tas, la bigorne, le dé à emboutir ; réalisés avec une matière plastique, ils emploient souvent un *ciment de ciseleur*. Ce support de frappe est normalement fixé, mais parfois simplement posé, sur un billot de bois pour le stabiliser et amortir le choc (fig. 23 et 40, p. 55).

Le marteau est un outil à usage multiple qui peut être exploité dans plusieurs modes. C'est un outil actif lancé par un mouvement coordonné de la main et du bras. À cet effet, la tête du marteau est souvent munie d'un manche en bois qui permet une percussion puissante bien contrôlée. Il existe cependant des marteaux, des petites masses en pierre, sans manche et tenus directement dans la main. Les marteaux en bronze de l'âge du Bronze sont majoritairement des instruments à douille, le creux de la douille servant à lier la tête au manche.

Le métal est alors battu et ainsi déformé entre la surface de l'enclume et la table de frappe du marteau. Les traces du martelage sont fréquemment discernables comme des petites plages aplaties (fig. 5, p. 19).

L'outillage pour les techniques de déformation plastique de décoration par ciselure ou poinçonnage est composé d'un support relativement souple ainsi que de ciselets et de poinçons utilisés en frappe indirecte ; frappés par le marteau, ils transmettent son énergie. Le travail de ciselure sur un support relativement tendre, comme du *ciment de ciseleur*, peut facilement être identifié. Les objets, souvent en tôle d'or, portent au revers des traces en relief correspondant au négatif du décor. Plus rares sont les exemples d'objets ciselés ou poinçonnés sur un support dur ; ils sont reconnaissables aux traces particulières laissées sur l'envers de la surface décorée (fig. 130c et 132c, p. 124).

De nombreuses autres techniques imposent au matériau une déformation plastique ; la figure 24 propose un classement des principaux procédés.

L'outillage spécifique du travail en déformation plastique est la plupart du temps en matériaux durs. Cependant, dans l'atelier de l'orfèvre, des marteaux, des ciselets et des supports peuvent aussi être en matières moins dures comme le bois, l'os, le bois de cerf, la corne, le cuir ou encore le *ciment de ciseleur* ; celui-ci peut être composé de cire, d'huile, de bitume, de résine ou de poix, avec des additions de chamotte et d'argile (Untracht 1982, 119-122 ; De Bois 1999, 22). Deux objets en tôle d'or du Bronze ancien ainsi que deux autres objets du Bronze final ont conservé à l'intérieur des substances ayant servi à renforcer le corps creux. Le noyau de ladite "boîte" de Lannion, Côtes-d'Armor, contient de la poudre de pierre ou d'argile mélangée avec une résine (fig. 142, p. 137) (Taylor 1974, 152). Le pommeau en or du tumulus sur le Ridgeway, Weymouth, Dorset, Angleterre, comporte des restes d'une résine (Clarke *et al.* 1985, 127, fig. 4.49). En outre une étude récente a identifié de la cire d'abeille dans des *lock-rings* du dépôt près de Berwick-upon-Tweed, Northumberland (La Niece 2006). Toutes ces substances sont aujourd'hui des composants du *ciment de ciseleur*, nous ignorons toutefois s'il s'agissait également d'éléments constitutifs de ce *ciment* à l'époque.

Les seuls outils pour la déformation plastique qui nous soient parvenus de l'âge du Bronze sont dans tous les cas en pierre ou en bronze, à l'exception d'un marteau en bois de cerf conservé en milieu humide sur le site lacustre suisse de Zürich-Alpenquai (Wyss 1967, 11, pl. 5-1). La relative rareté, dans le mobilier archéologique, d'outils de métallurgiste en bronze est vraisemblablement liée au simple fait que le métal peut être récupéré ou recyclé (Coutil 1912, 103).



Fig. 24 - Principales techniques de l'orfèvrerie à l'âge du Bronze exploitant la déformation plastique.



Fig. 25 - Récupération d'une tige décorée pour réaliser un ciselet, dépôt de Larnaud, Jura.

La *prédisposition* du bronze pour le recyclage est un des arguments permettant d'expliquer le manque de certains artefacts et outils dans le mobilier archéologique. Une grande partie des objets métalliques passait vraisemblablement comme matière secondaire au creuset pour être fondue et coulée de nouveau. Le volume de ce recyclage est bien évidemment difficile à déterminer. Dans le matériel du petit outillage comme les ciselets, la modification de l'outil, non par coulée mais par déformation, est un phénomène courant (Drescher 1968). Sur le site de Pinhal do Urso, Leiria, Portugal, des poinçons et des ciselets ont été façonnés à base de tiges décorées, probablement des fragments de bracelets (Kalb 1998, 161, fig. 1-2). Dans l'ensemble de plusieurs outils de métallurgiste du grand dépôt de Larnaud, Jura, France, un ciselet a été réalisé à partir d'un fragment de bijou décoré (fig. 25) ; il en est de même pour deux ciselets trouvés dans le dépôt, contenant aussi une enclume et un marteau à douille, de Sipbachzell, en Autriche (Armbruster 2008 ; Höglinger 1996, pl. 1, 4-5). Une étude portant sur l'outillage de la déformation plastique en Scandinavie de l'âge du Bronze nordique ancien mentionne plusieurs enclumes spécialisées avec des rainures, façonnées à partir de haches plates ou de haches à talon récupérées (Fabian 2006). Un groupe particulier d'enclumes a été fabriqué à partir de restes ou de jets de coulées (Nicolardot, Gaucher 1975, 24, fig. 6-7 ; Jockenhövel 1983).

Les traces d'outils en pierre pour la déformation plastique sont difficiles à distinguer des traces laissées par les outils métalliques. Les expérimentations effectuées par Hans-Jürgen Hundt (Hundt 1975) pour comprendre le fonctionnement de marteaux en pierre n'étaient pas destinées à nous éclairer sur les questions liées aux traces de surface. Cependant à la période campaniforme et à l'âge du Bronze ancien, des bijoux en or ont des surfaces dont la rugosité particulière laisse supposer qu'ils ont été fabriqués à l'aide de marteaux et enclumes en pierre (Armbruster 2000, pl. 36, n° 6-8 et pl. 37, n° 3). De futures expéri-

mentations pourront probablement apporter plus d'informations quant à l'identification et la distinction des différentes traces d'outils.

### A. Enclumes et marteaux en pierre

L'outillage en pierre du métallurgiste, spécifique à la déformation plastique, est rarement pris en considération dans les études sur les techniques de transformation des métaux (Armbruster 2010b). Pourtant, on distingue facilement ces marteaux et enclumes des galets naturels par leurs faces fonctionnelles, planes ou légèrement convexes, intentionnellement aménagées. Il semble que ce type d'outils soit souvent mal interprété et rarement mis en relation avec la métallurgie. Les premières mentions sur des trouvailles de pierres interprétées comme instruments de métallurgistes de l'âge du Bronze en

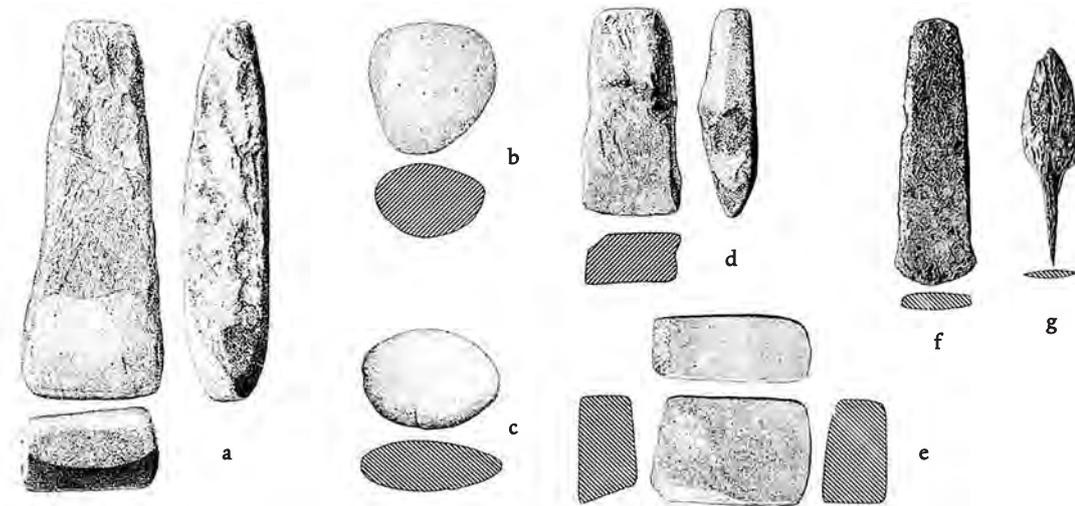


Fig. 26 - Marteaux en pierre de différentes tailles : de Belle-Île, Morbihan (a) et de "Vaucluse" (b), France.

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

Europe occidentale datent de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (Evans 1881, 181). Les recherches menées par Jay Butler et Diderik van der Waals dans *Bell Beakers early and metal-working in the Netherlands* (Butler, van der Waals 1967) présentaient pour la première fois une synthèse décrivant en détail les outils de la déformation plastique. Ils introduisent le terme *cushion stone*, approprié à la forme de la plupart des marteaux et enclumes en pierre du début de

la métallurgie (fig. 26 et 27). Cette étude a pris en compte, outre les produits métalliques, les outils et leur fonction à l'époque campaniforme, et intègre des études métallurgiques. Cela a encouragé d'autres recherches qui, en complément, associent l'expérimentation (fig. 28) (Hundt 1975). Ce n'est que depuis peu que reprennent des études sur l'outillage lithique de l'orfèvre ou du bronzier du Chalcolithique et de l'âge du Bronze (Brandherm 2000 ; Bátorá 2002 ;



**Fig. 27** - Tombe mégalithique, Orca de Seixas, Viseu, Portugal (d'après Leisner 1998, pl. 3, n° 2, 3, 12-13, 30-31 ; différentes échelles) : Grand (a) et petit (d) marteaux en forme de hache avec table de frappe (L. 187 mm et L. 102 mm) ; b et c. Deux marteaux en pierre arrondis (L. 63 mm et L. 66 mm) ; e. Enclume (L. 75 mm) ; Objets métalliques : f. Hache plate étroite (L. 90 mm) ; g. Pointe de Palmela (L. 74 mm).



**Fig. 28** - Expérimentation du martelage avec des outils lithiques : l'enclume est sertie ou non dans le billot ; les marteaux présentent différentes tables de frappe.

Armbruster 2006a ; Freudenberg 2006 ; Armbruster 2010b ; Brandherm 2009 et 2011 ; Boutoille 2012).

La fonction de cet outillage lithique consiste surtout à marteler des pièces métalliques, des produits massifs, des tôles, ou encore des tiges et des fils, mais aussi à des fins de décoration, par exemple pour un ciselet. Ces outils servaient aussi bien au travail des métaux précieux que des alliages à base de cuivre. La *quartzite*, la *grauwacke* et l'*amphibolite*, ainsi que certaines variétés de schistes, ont été les matériaux préférés pour la fabrication de cette classe d'outils. L'artisan cherchait un matériau dur, avec une surface lisse, donc à grain fin ; en effet, chaque coup de marteau laisse une marque sur la surface métallique, une trace plus ou moins rugueuse selon l'état de surface de la pierre employée. Un outil peut présenter plusieurs parties actives, ce sont généralement des surfaces planes ou légèrement convexes ; ces tables de travail ou plans de frappe sont habituellement aménagées par polissage (Ohlhaber 1939b, 19 ; Butler, van der Waals 1967, fig. 13-17 ; Armbruster 2010b).

Le poids, l'épaisseur, la forme ainsi que l'inclinaison de la table de frappe sont toujours bien adaptés au travail du martelage. Les marteaux en pierre peuvent avoir une forme parallélépipédique, une forme de hache à tranchant mousse, ou ovoïde éventuellement tronquée. Deux exemples français, de Belle-Île, Morbihan, et de "Vaucluse", montrent une grande variabilité quant aux dimensions de la table de frappe (fig. 26) (Armbruster 2006b, 176, fig. 7).

Les marteaux et enclumes en pierre, dits *cushion stones*, sont caractéristiques de la culture campaniforme et de l'âge du Bronze ancien, mais ils persistent parfois jusqu'à l'âge du Bronze final (Butler, van der Waals 1967 ; Armbruster 2010b, 14-16). La plupart des enclumes en forme de bloc parallélépipédique étaient vraisemblablement fixées dans des billots de bois. Mais seul un exemplaire, datant de l'âge du Bronze final, a été trouvé, en milieu humide, dans le lac de Biemme, Suisse, enchâssé dans du bois ; cette enclume, découverte à Mörigen, est fabriquée en serpentine (fig. 29). Plusieurs marteaux à douille et une enclume en bronze contemporains ont également été trouvés dans des sites lacustres suisses, notamment celui d'Auvernier.

La plupart des découvertes de ces types d'outillage ont été faites dans des contextes funéraires du Chalcolithique et du Bronze ancien, permettant ainsi

de proposer des hypothèses d'identification de l'artisan par le mobilier de sa sépulture. Ce fait donne une dimension sociale à l'outillage du métallurgiste ancien (Mohen 1991 ; Batora 2002). Il ne s'agit pas de cas isolés en Europe occidentale (Evans 1872, 194 ; O'Kelly, Shell 1978 ; Fitzpatrick 2011 et 2013), mais plutôt d'une pratique répandue au Chalcolithique et à l'âge du Bronze ancien avec des exemples similaires en Europe centrale et en Europe de l'Est (Moucha 1989), et en Scandinavie (Randsborg 1984 ; Freudenberg 2006). Une carte de répartition récemment établie par Dirk Brandherm montre la vaste aire géographique concernée par ce phénomène (Brandherm 2009, fig. 1).

La découverte surprenante de la tombe dite du *Amesbury Archer* – qui est la sépulture d'un homme qui vécut à l'époque où fut édifié le monument de Stonehenge, Angleterre (vers 2400-2200 a.C.) – a livré d'intéressants résultats ; d'une part en raison de la présence d'offrandes variées, d'autre part grâce aux analyses des os et des dents du défunt (Fitzpatrick 2002a ; 2002b et 2009). L'intérêt sensationnel de ces fouilles, réalisées en 2001 près d'Amesbury dans le Wiltshire, tient non seulement aux deux boucles d'oreilles en or, mais aussi à la combinaison des offrandes : des bijoux en tôle d'or, une enclume en pierre (*cushion stone*), une plaque de protection d'archer pour le bras en jais, quinze pointes de flèches en silex, deux couteaux en cuivre, des défenses de sanglier et des céramiques campaniformes. La présence de la petite enclume en pierre, objet rare en Angleterre dans un contexte où du métal est présent – et plus particulièrement du métal précieux – semble indiquer que l'homme inhumé, qui fut surnommé "l'archer d'Amesbury", aurait pu être un orfèvre (Bertemes 2004, 146). L'analyse isotopique de ses dents a par ailleurs révélé qu'il n'était probablement pas originaire de la Grande-Bretagne ou de l'Irlande, mais de l'Europe



Fig. 29 - Enclume en pierre et pièce de bois, Mörigen, lac de Biemme, Bronze final (d'après Gross 1883, pl. 27, n° 17).

centrale (Fitzpatrick 2013, 32). Un autre exemple tout aussi rare d'association d'objets en or, en bronze et en pierre fut découvert dans la tombe princière de Leubingen, Halle, Allemagne, datant du Bronze ancien. Cette tombe "princière" contenait non seulement une enclume en pierre, mais aussi de l'outillage en bronze et un bracelet, ainsi que deux spirales et deux épingles en or (Höfer 1906 ; Zich 2004, 157). Deux sites néerlandais, présentés par J. Butler et D. van der Waals (Butler, van der Waals 1967), dont chacun contenait plusieurs outils en pierre, méritent d'être mentionnés dans cette évocation. Dans le tumulus de Lunteren, Veluwe, Pays-Bas, quatre *cushion stones* de différentes tailles ont été découverts avec un vase campaniforme. À Soesterberg, Utrecht, Pays-Bas, une grande enclume est associée à un marteau à deux tables de frappe, un marteau à une table de frappe et une hache en pierre remployée.

Dans la péninsule Ibérique, l'outillage en pierre de métallurgiste n'a pas encore fait l'objet d'une étude synthétique et systématique. Pourtant, de nombreuses *cushion stones* sont présentes aussi bien dans l'ouest, surtout dans des contextes de la culture campaniforme, que dans l'est et le sud dans des contextes de la Culture d'El Argar (Brandherm 2000, pl. 1-3 ;

Delgado Raack, Risch 2006). Apparaissant souvent dans des tombes mégalithiques, les trouvailles de *cushion stones* sont à rapprocher fortement du phénomène du mégalithisme dans la partie atlantique de la péninsule Ibérique. H.-J. Hundt a été le premier à mentionner des marteaux en pierre de la péninsule Ibérique dans son étude sur la fonction de ce groupe d'objets en métallurgie (Hundt 1975, 116). D'autres trouvailles sont à signaler sur le territoire portugais, dans des tombes mégalithiques, dans des tombes en grotte ou encore en contexte d'habitat. Cinq outils lithiques de métallurgiste de formes et de tailles diverses, associés à une pointe de Palmela et à une hache plate en cuivre, proviennent du monument mégalithique d'Orca de Seixas, Viseu (fig. 27) (Leisner 1998, pl. 3 ; Brandherm 2009, fig. 3). Cette association de produits en cuivre et d'outils en pierre range cette sépulture mégalithique dans la classe des tombes d'artisans. Dans une sépulture de la grotte artificielle de São Pedro do Estoril, Lisbonne, Portugal, plusieurs marteaux en pierre et des *cushion stones*, des spirales en fils d'or et des idoles en calcaire étaient associés à de la céramique campaniforme (fig. 30) (Leisner et al. 1964 ; Gonçalves 2005, 106, fig. 6.14 ; Brandherm 2009, fig. 2). Une *cushion stone* en amphibolite de cette tombe est remarquable par la qualité de sa



Fig. 30 - Mobilier de la tombe I de São Pedro do Estoril, Lisbonne, avec deux marteaux en pierre et des spirales en or (d'après Blech et al. 2001, pl. 70b).



Fig. 31 - a et b. Scènes d'un atelier d'orfèvres égyptiens montrant les gestes techniques de la fabrication de vaisselle métallique, tombe de *Rehmiré*, Thèbes, c. 1450 a.C.

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

forme aménagée. Un autre exemple de marteaux et d'enclumes en pierre provient de l'habitat chalcolithique de Penedono, Torres Vedras, Lisbonne, Portugal, où des haches plates, des ciselets en cuivre ainsi que des outils en os et en silex sont associés à de la céramique de la culture campaniforme (Spindler 1969, fig. 5-7 et 12-13). Un exemple semblable vient du Castro da Fórnea, près de Matacães, Portugal (Spindler, Gallay 1973). Citons en dernier l'outillage en pierre du Castro do Zambujal, Torres Vedras, un habitat chalcolithique connu pour la remarquable architecture en pierre de plusieurs fortifications successives et des vestiges de la métallurgie du cuivre (Uerpmann, Uerpmann 2003, 160-163, fig. V.15 ; Müller *et al.* 2007).

Des sources iconographiques, notamment des représentations dans des tombes égyptiennes, montrent le geste du travail d'orfèvre et l'utilisation de marteaux et d'enclumes en pierre (fig. 31) (Scheel 1989). Des artisans sont représentés tenant un marteau sans manche directement dans une main. Des comparaisons ethnologiques montrent même la possibilité de travailler avec des marteaux en pierre d'une taille importante en prenant l'outil avec les deux mains (Kirknæs 1980 ; Fagg 1952). D'anciennes chroniques historiques, où les peuples d'Afrique ou d'Amérique sont décrits et dessinés, livrent des informations intéressantes sur l'utilisation de l'outillage en pierre par l'orfèvre ou le forgeron (fig. 11b, p. 24) (Calegari, Pezzoli 1986).

En Amérique du Sud, non seulement les sources iconographiques, mais aussi des découvertes archéologiques apportent des objets très proches de ces outils lithiques de l'Europe occidentale. De véritables boîtes à outils témoignent d'un outillage bien adapté au travail du métallurgiste (Grossman 1972). Une trouvaille d'un ensemble de pierres d'un orfèvre de Cuzco au Pérou et les descriptions concernant leur application sont d'une étonnante clarté (Lothrop 1950). La chronique de Garcilasco de la Vega (1539-1615) explique le travail des orfèvres de Cuzco qui utilisent les marteaux en pierre sans manche. La chronique de Girolamo Benzoni de 1565 (Benzoni 1565) illustre le travail de trois artisans de l'or (fig. 32). L'un est assis sur une dalle de pierre, pouvant servir d'enclume, et martèle une tôle d'or avec un marteau en pierre pour fabriquer une coupe, tandis que deux autres maintiennent le four chaud en soufflant avec des chalumeaux (Lothrop 1938). Si l'on se réfère

à ces analogies ethnographiques, les marteaux, dont les *cushion stone*, du Chalcolithique et de l'âge du Bronze ancien n'étaient probablement pas pourvus d'un manche.

Si une partie des marteaux en pierre n'était pas emmanchée, quelques-uns de la forme d'une hache polie triangulaire, avec une face de travail plane, étaient vraisemblablement emmanchés. Plusieurs suggestions ont été faites pour la fixation des marteaux en pierre, en analogie avec des haches (Hundt 1975, pl. 33, n° 1-5). Un marteau de ce type a été trouvé dans l'ensemble d'outils en bronze du dépôt de Gévelard en Saône-et-Loire, daté de l'âge du Bronze final (fig. 33). Cet exemple rare démontre la persistance



Fig. 32 - Représentation extraite de la chronique de Benzoni (1565) ; deux orfèvres péruviens travaillent et soufflent avec des chalumeaux, un troisième utilise un marteau en pierre (d'après Benzoni 1857, 251).



Fig. 33 - Dépôt de Gévelard, Saône-et-Loire, marteau en pierre de bronzier ou d'orfèvre du Bronze final.

de l'outillage en pierre jusqu'à cette période en cohabitation et en interaction avec des outils en bronze (Armbruster 2001b). Plusieurs pierres, dont la fonction dans la métallurgie reste à déterminer, proviennent de l'habitat du Fort-Harrouard, Eure-et-Loir, France (Mohen, Bailloud 1987).

En effet, les vestiges d'outils lithiques de métallurgistes se font plus rares au Bronze final, quand les enclumes et les marteaux en bronze semblent avoir remplacé la plupart des précédents en pierre. Hors de la zone atlantique, quelques trouvailles sont à signaler. Deux exemples de *cushion stones* de Bavière, l'un de Dezenacker, Burgheim, en quartzite, et l'autre de Reinboldsmühle, Buxheim, en amphibolite, ressemblent fortement aux outils répertoriés (Butler, van der Waals 1967), mais l'auteur propose une datation dans le Bronze final (Maier 1983). Sur le site d'habitat de l'âge du Bronze final de Velem-Szentvid, Hongrie, l'outillage de bronzier ou d'orfèvre est en pierre, en bronze, en os, en bois de cerf et en céramique (Miske 1929). Ce riche ensemble d'outils, si divers et si bien conservé, mériterait une étude plus approfondie. Citons finalement le site d'habitat suisse de Cresta près de Cazis, Graubünden, datant de l'âge du Bronze final, où plusieurs outils lithiques de métallurgistes ont été découverts (Wyss 2003).

## B. Enclumes et marteaux en bronze

On connaît environ 300 marteaux à douille et 70 enclumes en bronze de l'âge du Bronze en Europe, mais il est parfois difficile d'attribuer une datation précise à de tels outils. Une rétrospective sur l'histoire de la recherche concernant les outils du métallurgiste ancien en Europe renvoie à plusieurs travaux qui ont pris en compte les outils de la déformation plastique en bronze. Un des premiers chercheurs s'étant intéressé à cet outillage fut John Evans qui mentionnait dans deux recueils d'artéfacts de la Grande-Bretagne et de l'Irlande des marteaux et des enclumes aussi bien en pierre qu'en bronze (Evans 1872 et 1881, 177-183). Alors qu'il avait constaté l'absence d'enclume en bronze (Evans 1881, 180), que George Coffey n'avait remarqué qu'un seul exemplaire d'enclume et peu de marteaux à douille (Coffey 1913, 28, fig. 22-23), Margaret R. Ehrenberg recensait, un siècle plus tard, une dizaine d'enclumes en Irlande et en Grande-Bretagne (Ehrenberg 1981).

Une synthèse sur "l'outillage du forgeron germanique" a donné un bon aperçu des différents groupes d'outils connus pour les âges du Bronze et du Fer (Ohlhaber 1939b). Par ailleurs, écrit en suédois, le remarquable ouvrage d'Andreas Oldenberg donne une vue synthétique sur les procédés et les outils de la technique des métaux à l'âge du Bronze nordique en Scandinavie (Oldeberg 1942-1943). La péninsule Ibérique, si riche en produits d'orfèvrerie de l'âge du Bronze qui portent des traces de leur mise en forme par martelage, ne dispose pratiquement pas de trouvailles d'outillage de la déformation plastique de cette époque (Armbruster *et al.* 2003).

Un travail concernant les restes d'ateliers de métallurgistes dans les pays scandinaves, récemment publié dans la série allemande *Prähistorische Bronze-funde*, fait référence à des outils de la déformation plastique (Jantzen 2008). Detlef Jantzen donne notamment un aperçu sur les exemples de l'Europe occidentale et septentrionale – de la France, de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, du Danemark et de l'Allemagne du Nord – et il publie des listes de référence sur les enclumes et les marteaux en alliages à base de cuivre de l'âge du Bronze (*Ibid.*, 179-389). Il faut y ajouter un nombre considérable de découvertes dans le Sud de la France, dont un ensemble de 27 marteaux à douille dans le dépôt de Rochelongue, Agde, Hérault (Chardenoux, Courtois 1979 ; Bérard-Azzouz, Feugère 1997, 9, fig. 4) et quelques trouvailles récentes de marteaux à œil (Grossmann 2003, 281). Citons aussi un autre travail remarquable qui prend en considération des marteaux à douille et des enclumes à douille dans le bassin des Carpates, non mentionnés dans le recueil de Jantzen. Le catalogue de cette étude présente au moins 65 exemplaires de 37 sites différents de Roumanie (Gogâltan 1999-2000).

### 1. Marteaux

Le marteau à douille est un outil de frappe en bronze dont la partie active peut être plate ou allongée et mousse ; l'embouchure de la douille est carrée, rectangulaire, hexagonale ou arrondie, souvent renforcée par un bourrelet (fig. 34 à 37). Rares sont les exemplaires munis d'un anneau latéral (Nicolardot, Gaucher 1975, 11, fig. 5 ; 14, fig. 3). On trouve des décors moulés avec des motifs en relief très variés et quelquefois, comme sur une pièce du dépôt de Gévelard, des bossettes (fig. 35). Généralement de

petites dimensions, ces marteaux suggèrent une utilisation dans la fabrication d'objets délicats. Ils étaient probablement multifonctionnels, pouvant prendre la fonction passive de petites enclumes (Richly 1896, 121-122 ; Evans 1881, 177) ; dans l'exemple du dépôt de Génelard, Saône-et-Loire, plusieurs outils peuvent très bien avoir été utilisés comme enclumes à douille (Thevenot 1998, 127, fig. 3, n° 1 et 3).

Les marteaux à douille sont clairement les plus nombreux (plus de 300 exemplaires), cependant d'autres catégories apparaissent dans des contextes de l'âge du Bronze. Il existe des marteaux à œil (9 exemplaires), un modèle en bois et 24 moules pour la fabrication de marteaux (Jantzen 2008, 379-386 ; Chardenoux, Courtois 1979, pl. 27, n° 1-8 ; Johansen 1979, 236). Dans une autre catégorie, présente avec peu d'exemplaires identifiés, l'outil a la forme d'une hache plate avec le tranchant aplati (Hundt 1975 et 1976) ; enfin, une dernière catégorie

comporte des petits marteaux massifs à deux faces de travail qui, comme pour le groupe précédent, sont dépourvus d'un système de fixation particulier (Grossmann 2003, 281, n° 7c).

Dans les années 1970, on connaissait pour la France 42 exemplaires de marteaux à douille et trois moules de coulée (Mohen 1984 ; Briard 1984). On peut maintenant ajouter au moins 16 exemplaires supplémentaires provenant d'autres sites français (Jantzen 2008, 381-382, n° 93-138) et l'ensemble de 27 marteaux du dépôt de Rochelongue, déjà évoqué (Chardenoux, Courtois 1979, n° 1 554-1 577, 1 585-1 587). Il s'agit donc aujourd'hui d'un total de plus de 85 marteaux trouvés sur le territoire français, nombre bien supérieur à celui des marteaux trouvés dans les pays voisins. Les marteaux sont dans plusieurs cas associés à d'autres objets en bronze, en particulier dans des dépôts atlantiques du Bronze final IIIb comme c'est le cas pour les dépôts de Nantes "Prairie

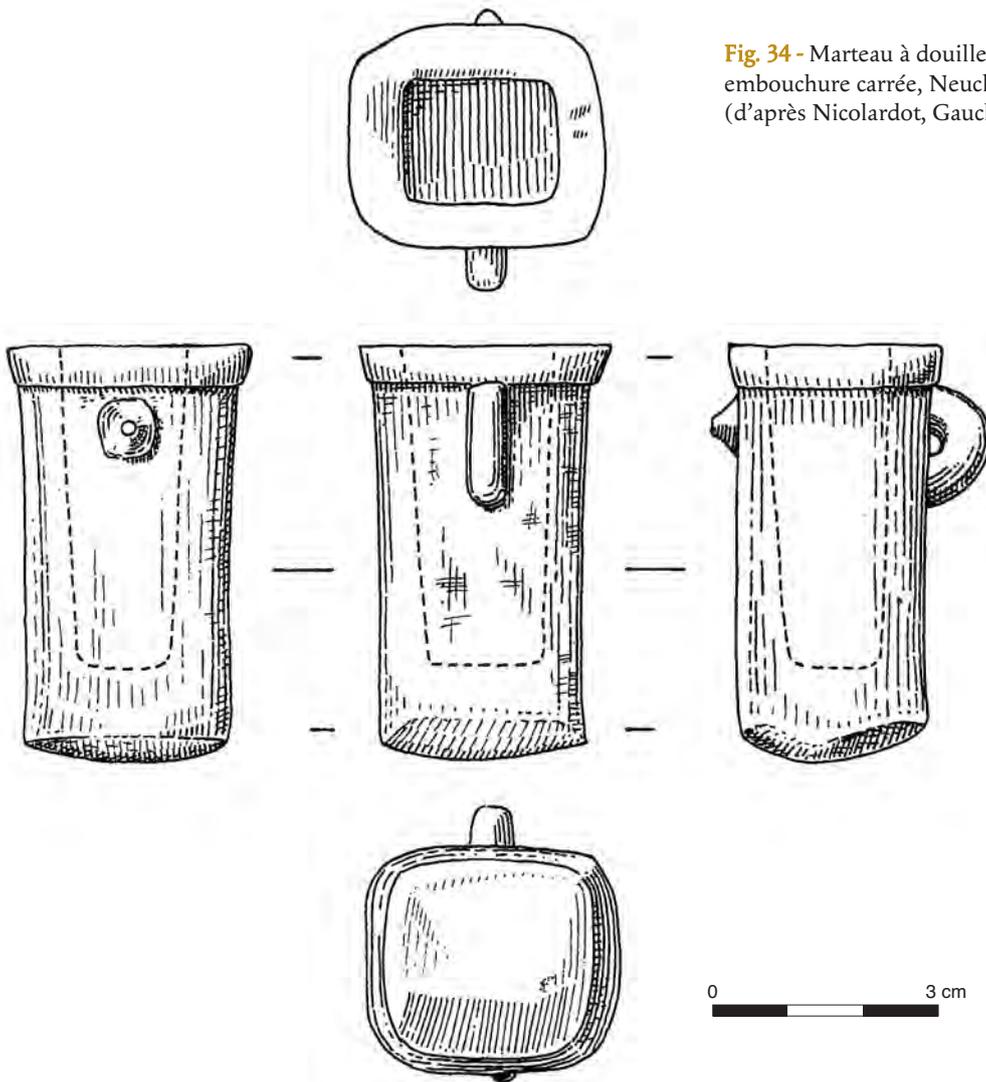


Fig. 34 - Marteau à douille à embouchure carrée, Neuchâtel, Suisse (d'après Nicolardot, Gaucher 1975).



Fig. 35 - Les outils du dépôt de Gélérard : a. Vue d'ensemble ; b. Marteaux à douille.

de Mauves”, Loire-Atlantique, et de “Vénat”, Saint-Yrieix, Charente, France (Briard 1966 ; Coffyn *et al.* 1981, 117-118, pl. 22, n° 1-3). Un autre exemple est celui d'Amiens “Le Plainseau”, Somme, France, où le marteau était en plus associé à une enclume (Gaucher 1981, 257-259, fig. 143, D8 et fig. 145, D7). Mentionnons également le petit marteau à douille du dépôt de Larnaud, Jura, trouvé entre autres associé à un dé à emboutir, des ciselets et des poinçons décoratifs (fig. 54b, p. 64).

La Grande-Bretagne et l'Irlande comptent plus de 45 marteaux à douille, un modèle de marteau en bois et au moins deux moules pour la fabrication de marteaux (Jantzen 2008, 380-381, n° 57-92). Les trouvailles les plus remarquables sont les marteaux trouvés en association avec une enclume, comme celui du dépôt de Bishopsland, Co. Kildare, Irlande (fig. 36) (Eogan 1964, fig. 5).

Il n'y a qu'un seul exemplaire de marteau à douille dans le matériel archéologique de la Belgique (Warmenbol 1994b, fig. 1). Il a une douille de section carrée et il porte un double plan de frappe aux faces obliques avec une arête longitudinale. La Scandinavie a fourni plusieurs marteaux à douille en bronze avec tout un éventail de formes, mais seulement deux enclumes miniatures et quelques exemples d'objets en bronze récupérés comme supports de frappe (Jantzen 2008, pl. 68, n° 371-372 ; Armbruster 2001b ; Fabian 2006). Les nombreuses découvertes de marteaux à douille au Danemark, en Suède et au nord de l'Allemagne montrent que l'affirmation sur l'âge du Bronze nordique, selon laquelle les bronziers et les orfèvres dominaient bien la coulée mais pas le martelage, manque singulièrement de fondement.



Fig. 36 - Outils de métallurgiste du dépôt de Bishopsland, Co. Kildare : a. Enclume et marteaux à douille ; b. Vue de l'entrée des douilles ; c. Vue des tables de frappe.

En revanche, aucun marteau en bronze n'est apparu au Portugal, et un seul exemplaire en Espagne (Urbina Martínez, García-Vuelta 2010) où les trouvailles d'enclumes datant de l'âge du Bronze en général, et du Bronze atlantique en particulier, sont aussi excessivement rares. Le seul indice d'un marteau à douille de la péninsule Ibérique nous est parvenu par l'intermédiaire d'une valve provenant d'un moule bivalve de l'âge du Bronze final du dépôt de moules d'El Regal del Pídola, Huesca, Espagne (Barril *et al.* 1982, 370, 375-378, fig. 1, 2).

La fabrication des marteaux à douille par coulée dans un moule bivalve équipé d'un noyau est comparable à la production de haches à douille (Jantzen 2008, 242-244). Les bavures latérales sur la plupart des marteaux à douille, comme sur l'exemplaire du dépôt d'Adabrock, île de Lewis, Écosse, témoignent de ce procédé (fig. 37) (Anderson 1910, 31, fig. 7). Un noyau en bronze ou en céramique est nécessaire pour former le creux de la douille pendant la coulée ; un noyau en bronze se démoule après la coulée alors



Fig. 37 - Bavures latérales sur le marteau à douille du dépôt d'Adabrock, île de Lewis.



qu'un noyau en céramique est normalement détruit. Les découvertes de noyaux en bronze sont très rares et difficiles à distinguer de leurs homologues pour la coulée de haches. Dans le dépôt de Thiais, en région parisienne, France, un fragment de marteau à douille, deux noyaux en bronze pour la coulée de haches ou de marteaux à douille, et deux valves de deux moules en bronze pour la coulée de haches à douille, sont associés à des bracelets et à d'autres objets en bronze (Mohen 1977, 164-165, n° 545-546 ; 212).

La confection ainsi que l'emmanchement de ce type d'outil ont été reproduits dans le cadre de l'archéologie expérimentale. Hans Drescher a coulé des marteaux à douille dans une réplique de moule bivalve du dépôt de fondeur de Neckargartach, Allemagne, datant de l'âge du Bronze final. Il a d'abord reconstitué le noyau en bronze par coulée dans un moule bivalve (Drescher 1987). Ses expérimentations ont prouvé le bon fonctionnement de ce type de noyau. Pendant la coulée du marteau, il repose dans deux cavités particulières nommées "la serrure de noyau". Le dépôt de Neckargartach contient 18 valves de moules bivalves en grès, dont six paires et six valves isolées, destinées à la fabrication de marteaux à douille, d'épées, de faucilles, de couteaux, de pointes de flèches, de tiges et de noyaux de coulée coniques, probablement pour des douilles de pointes de lances (Paret 1952). Un moule multiple en pierre de La Roche-l'Abeille, en Haute-Vienne, France, servait à la coulée de deux modèles de marteaux à douille de tailles différentes (Gomez de Soto 1979). Apparemment, deux marteaux à douille trouvés au Fort-Harroard correspondent aux cavités de ce type de moule (Mohen 1984, 92, fig. 5, n° 1-3). Une valve d'un autre moule est conservée à Corneilhan, Hérault, France (Chardenoux, Courtois 1979, 142, pl. 81, n° 1, 588). Ce moule était destiné à couler des marteaux

richement décorés, à douille ronde renforcée par un bourrelet, avec un plan de frappe à deux pentes. Le décor comporte une bande limitée par deux baguettes horizontales, dont un motif combine losanges et triangles à champ rayé et en dessous un cercle pointé. Un autre moule qui servait à la fabrication de marteaux à douille décorés, signalé à Rancogne, Charente, France, a disparu au XIX<sup>e</sup> siècle (Gomez de Soto 1984, 173, fig. 2, n° 1).

Dans l'ensemble des marteaux à douille de l'âge du Bronze, on connaît une grande diversité de tailles et de poids, de formes et même de décors. Il existait des marteaux à planer, à polir ou encore à rétreindre. Ils peuvent donc être caractérisés suivant une typologie fonctionnelle de la table de frappe, qui sert pour différents travaux et laisse des traces sur l'objet. Un classement des marteaux à douille européens permet de distinguer six formes principales des tables de frappe (fig. 38) (Ohlhaber 1939b, 26-31, fig. 6 ; Jockenhövel 1982, 460) :

- les marteaux munis d'une surface de travail (de frappe) rectangulaire ou carrée, plane ou légèrement convexe avec des bords un peu arrondis, aux fonctions multiples. Ils peuvent principalement servir à marteler la tôle et à réaliser des travaux de cambrage (fig. 38, n° 1) ;
- les marteaux de section ovale ou hexagonale avec une table de frappe légèrement arrondie servent à rectifier, élargir et polir des surfaces (fig. 38, n° 2) ;
- les marteaux pourvus d'un plan de frappe de section ronde, faiblement bombé, sont dédiés au martelage pour élargir la tôle et pour travailler des surfaces courbes (fig. 38, n° 3) ;
- les marteaux avec une panne allongée ou rectangulaire servent à travailler les bords et à mettre en forme des récipients hauts ou à col étroit (fig. 38, n° 4) ;

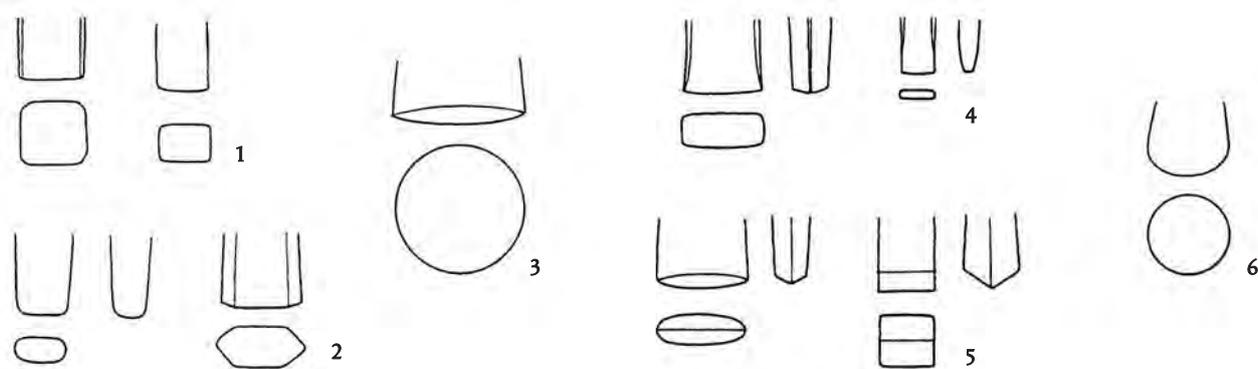


Fig. 38 - Schémas des six formes principales de la partie active des marteaux à douille européens (d'après Ohlhaber 1939b, 26-31, fig. 6 ; Jockenhövel 1982, 460).

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

- les marteaux avec une table à double pente formant une arête longitudinale servent comme le marteau à panne allongée à de multiples travaux ou comme l'enclume à douille, en position dormante, à cambrer (fig. 38, n° 5) ;
- les marteaux avec une surface fortement arrondie peuvent servir à rétreindre ou à bomber une forme creuse en tôle. Ils sont souvent considérés comme des supports comparables aux têtes-de-serpent ou aux rognons du dinandier (fig. 38, n° 6).

Les surfaces de frappe produisent différents effets selon la forme, le poids de l'outil et la manière de porter le coup. La table de travail du support choisi et la dureté du matériau jouent un rôle important pour obtenir le résultat par la déformation. Une table de frappe plate avec un choc vertical provoque un effet de déformation sur la surface de la pièce (fig. 39). Le choc d'un marteau arrondi provoque un déplacement du métal sur les côtés. Un marteau à panne arrondie agit sur un champ plus restreint. Dans tous les cas, le volume de la matière est conservé.

Pour être fonctionnel, le marteau à douille doit être fixé à un manche en bois coudé, comme les haches à douille (Déchelette 1924, 276). Seul un exemplaire de marteau à douille, provenant du Danemark et appartenant à l'âge du Bronze nordique, porte des restes de son manche (Armbruster 2001b, 11, fig. 2). Au Schweizerisches Landesmuseum de Zürich, Suisse, une reconstitution expérimentale de l'emmanchement d'un marteau à douille et de la fixation d'une enclume dans son billot a été proposée (fig. 40).

### 2. Supports de frappe en bronze

Parmi l'outillage de l'âge du Bronze, on distingue plusieurs types de supports de frappe en bronze utilisés en position dormante :

- les enclumes et bigornes :
  - à position unique à un tenon de fixation ;
  - à position unique à un tenon de fixation et avec une corne ;
  - à positions multiples à un tenon de fixation et avec une corne ;
  - à positions multiples à un tenon de fixation, avec deux cornes ;
  - à positions multiples à un tenon de fixation, avec deux cornes et avec rainures ;
- les tas ;

- les têtes-de-serpent ;
- les dés à emboutir :
  - dés à emboutir des hémisphères ;
  - dés à rainures.

Des blocs de forme parallélépipédique ayant servi de tas figurent dans le mobilier archéologique de l'âge du Bronze final. Un exemplaire rare, car en pierre, a été retrouvé dans son billot en bois, il a été mentionné et illustré plus haut (fig. 29, p. 46) (Gross 1883, 44-45, pl. 27, n° 17). Le même type de fixation

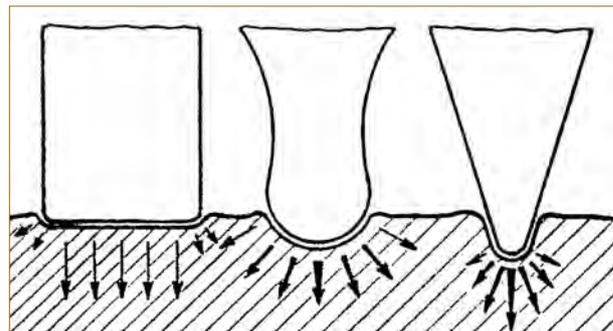


Fig. 39 - Schéma des déformations produites par différents marteaux (d'après Brepohl 1980).



Fig. 40 - Enclumes mises en place dans des billots et marteau à douille emmanché (d'après Wyss 1967, fig. 1).

est proposé pour un parallélépipède en bronze trouvé avec une petite enclume d'orfèvre de Lichfield, Staffordshire (Needham, Meeks 1993, 126-127, fig. 3). Un objet comparable, transformé à partir d'un lingot en bronze, a été signalé comme un probable tas à Maintal-Hochstadt, Main-Kinzig-Kreis, Allemagne (Jockenhövel 1983).

Comparées aux marteaux, les enclumes ne sont connues que par un nombre restreint d'exemplaires. La première synthèse sur les enclumes de l'âge du Bronze comptait environ 22 exemplaires (Coutil 1912) ; aujourd'hui des listes de références, établies pour l'Europe centrale, occidentale et nordique, comptent environ 70 exemplaires (Ohlhaber 1939a, 21-25 et 105-106 ; Jantzen 2008, 387-389). Une récente synthèse compte environ 120 enclumes en Europe de l'âge du Bronze (Armbruster *et al.* 2019). Les enclumes ont généralement une table de travail plane, légèrement convexe ou à deux pentes ; elles peuvent aussi en avoir plusieurs. Dans des travaux de synthèse, plusieurs groupes ont été différenciés (Coutil 1912 ; Moreau 1971 ; Nicolardot, Gaucher 1975 ; Ehrenberg 1981).

Presque chaque enclume représente un artéfact singulier et seulement certains éléments fonctionnels peuvent servir à constituer des groupes sans pour

autant permettre de distinguer de véritables types (Mohen 1990, 130-132). La plupart des enclumes connues appartiennent au Bronze final, mais, à part quelques trouvailles dans des dépôts, leur datation reste difficile à déterminer précisément. À l'exception de quelques exemplaires avec des bigornes, les enclumes de l'âge du Bronze sont de petit format. Joseph Déchelette a songé à des enclumes portatives d'orfèvre qu'il attribue à un "âge homérique" (Déchelette 1924, 276). Les deux seules enclumes connues de l'âge du Bronze nordique sont de véritables outils en miniature (Armbruster 2001b, 15, fig. 7). Une bigorne de très petite taille est à signaler de Lusmagh, Co. Offaly, Irlande (fig. 41) (Maryon 1938a, 249, fig. 17 ; Eogan 1983a, 321, fig. 105b).

Selon leurs potentialités, de la simplicité à la complexité, nous allons tenter de classer par groupes quelques exemples d'enclumes en bronze. La forme la plus simple d'un support de frappe est illustrée par des tas, simples parallélépipèdes en bronze, cités plus haut comme le tas de Lichfield, Staffordshire (Needham, Meeks 1993, fig. 3).

Un groupe particulier consiste en des enclumes de récupération, faites à partir d'objets en bronze. On peut y inclure des culots ou des jets de coulée

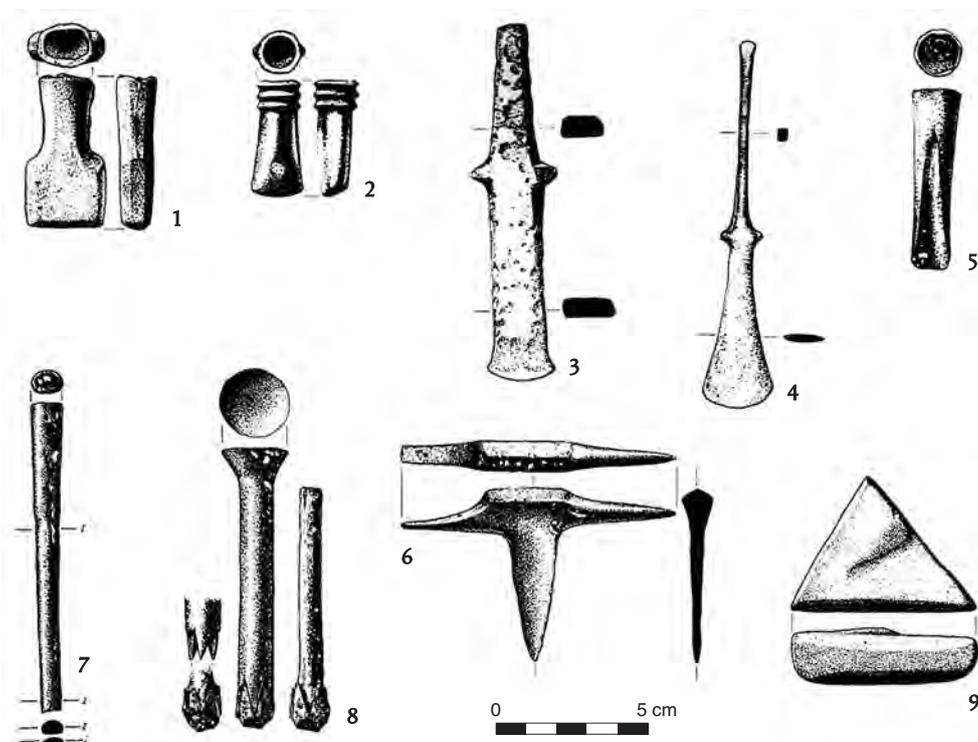


Fig. 41 - Enclume (n° 6) et deux marteaux à douille (n° 1 et 2) du dépôt de Lusmagh, Co. Offaly (d'après Eogan 1983a, 321, fig. 105b).

réutilisés comme à Pontpoint, Oise, et à Nantes, Loire-Atlantique, France (Nicolardot, Gaucher 1975, 24, fig. 6-7). De même, des restes de coulée peuvent être récupérés comme petites enclumes (Jockenhövel 1983). Pour l'âge du Bronze nordique ancien, plusieurs haches à talon et d'autres objets en bronze ont été récemment identifiés comme petites enclumes, parfois avec rainure pour des travaux spécialisés (Fabian 2006). Ce fait évoque la question d'une réutilisation spécifique d'objets en bronze avec transformation de la forme et de la fonction par déformation.

Le groupe suivant comprend de petites enclumes qui ont une position unique, un seul tenon destiné à la fixation dans un billot, et un corps massif avec une table de travail en double pente dont les deux faces obliques forment une arête longitudinale (fig. 42). Trois exemples, l'un du dépôt de Valdevimbre, Léon, Espagne et les deux autres de Lichfield, Staffordshire, et de Netherhampton près de Salisbury, Wiltshire, Angleterre, entrent dans ce groupe (Delibes de Castro, Fernandez Manzano 1983, fig. 2, n° 8 ; Needham, Meeks 1993, fig. 1-2 ; MacGregor 1987, 109, fig. 11.67). Ces enclumes simples appartiennent au "premier groupe" de la classification de Jacques Moreau (Moreau 1971, 268), selon M. R. Ehrenberg (Ehrenberg 1981, 14) à la "classe simple", et suivant Jean-Pierre Nicolardot et Gilles Gaucher (Nicolardot, Gaucher 1975, 21-24) à leur "groupe de position unique". La table de travail en double pente peut servir à des travaux spécialisés comme plier, cambrer, ou élaborer des angles. Mais, prises séparément, chaque face en pente forme un excellent support pour tout travail de martelage à petite échelle. Même des enclumes plus complexes portent parfois une table

de travail en double pente, par exemple celles de Fresné-la-Mère, Calvados, France (fig. 43) (Evans 1881, 182, fig. 217-218), de Sutherland, près de Kyle of Oykel, Écosse (Anderson 1910, 38, fig. 15-16), et celle de très petite taille de Lusmagh, Co. Offaly (Maryon 1938a, 249, fig. 17). Pour la plupart, les inclinaisons forment un angle compris entre 83° et 140° (Valdevimbre : 80-83° ; Fresné-la-Mère : c. 120° ; Lichfield : 135-140°). Ces tables de travail en forme de V ne se prêtent pas à des travaux de grande dimension (Ohlhaber 1939b, 23-24). Certaines enclumes ont une table faisant un angle de moins de 90° entre la surface de travail et le tenon de fixation. Un tel angle permet de travailler des objets creux ou avec des surfaces faisant un angle de 90° ou plus. Par exemple, la fabrication de tiges de section cruciforme de torques et de boucles d'oreilles (fig. 164, p. 160 et 165, p. 161) exige un angle de moins de 90°. En Afrique occidentale, l'orfèvre utilise des enclumes similaires pour obtenir des boucles d'oreilles torsadées de section cruciforme (Armbruster 1995c, 139-151).

Des observations faites dans des ateliers d'orfèvre au Mali, où l'on utilise l'enclume de façon inclinée, donnent un modèle explicatif pour ce genre de table de frappe inclinée. L'artisan malien travaille assis par terre. Cette position de travail ne lui permet qu'un angle de frappe limité, déterminé par la hauteur de l'enclume reposant dans le bois par terre et son bras tenant le marteau, donc par la distance entre la table de frappe et l'outil actif. L'enclume étant cependant insérée dans une bûche de bois allongée tenue par les pieds permet d'être bougée en direction de l'artisan. Ce dernier peut ainsi incliner la table de travail de son enclume avec ses pieds.

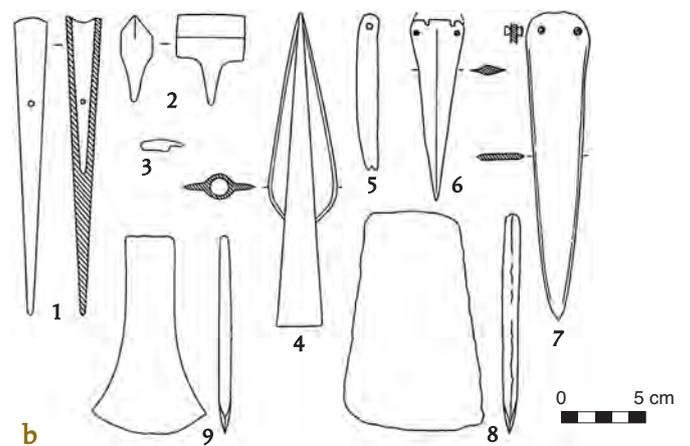
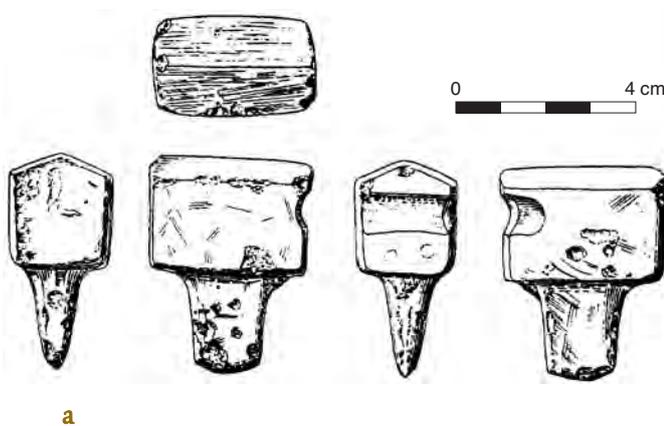


Fig. 42 - a. Enclume de Lichfield, Staffordshire (d'après Needham, Meeks 1993) ; b. Enclume (n° 2) du dépôt de Valdevimbre, Léon (d'après Delibes de Castro, Fernandez Manzano 1983).

Fig. 43 - Dépôt de Fresné-la-Mère, Calvados (d'après Eogan 1967, fig. 8).

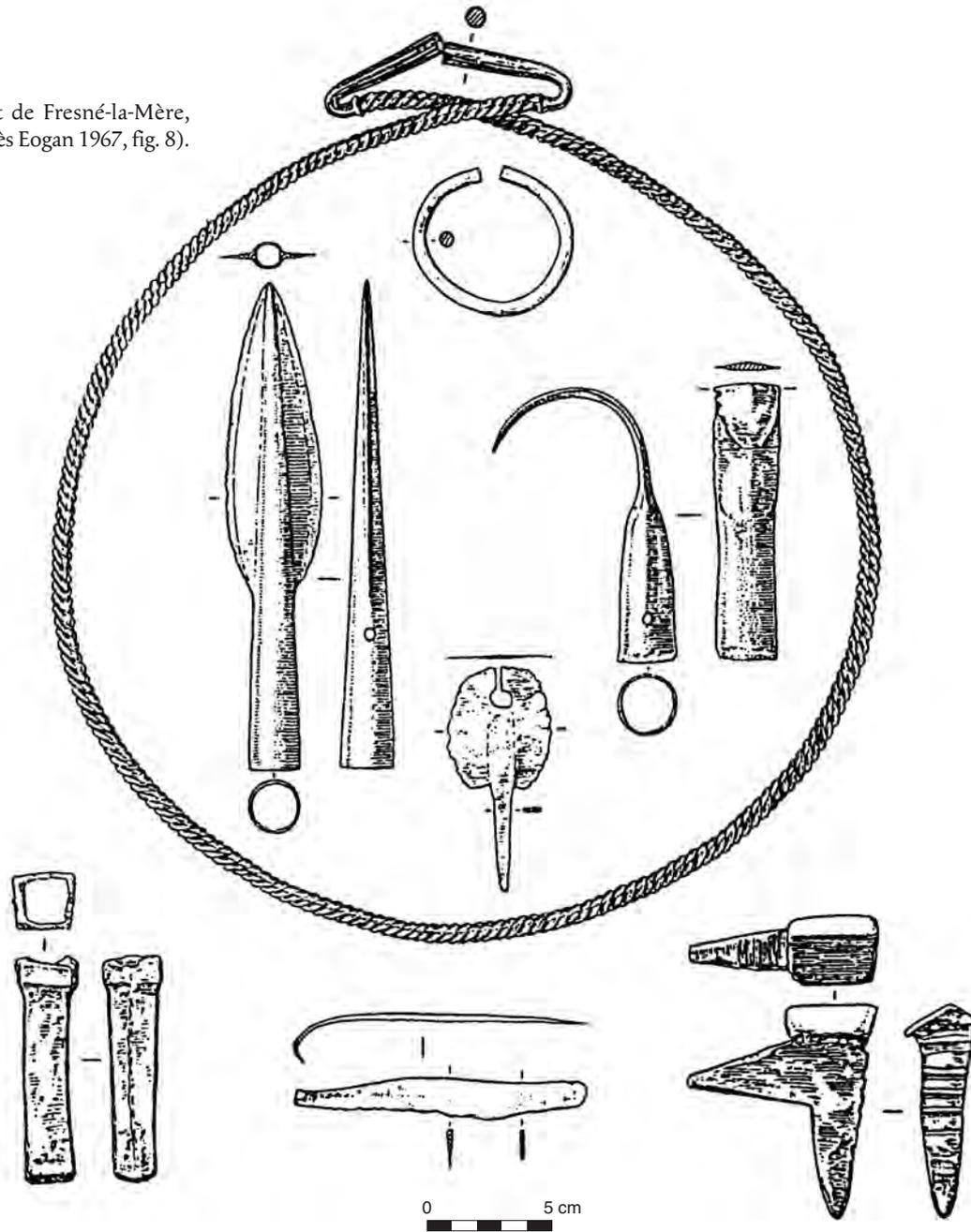


Fig. 44 - Enclume et marteau du dépôt de Porcieu-Amblagieu, Isère.

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

Une enclume sans bigorne, à position unique, mais de fonction multiple, est signalée dans le dépôt, datant du Bronze final III, d'Amiens "Le Plainseau", Somme. L'enclume est associée à un marteau à douille et à d'autres objets en bronze (Gaucher 1981, 257-259, fig. 143, D8 et fig. 145, D7, 150-153 ; Picardie 1990, 151-152, n° 78). Cet outil se distingue des exemplaires à double pente par le fait que la table de travail rectangulaire et de surface légèrement convexe n'est déportée que d'un seul côté du tenon. Un exemplaire comparable par sa table de travail, mais plus complexe, car présentant un tenon conique latéral, provient de Mâcon, Saône-et-Loire, France. Proche de cette dernière, une enclume a été découverte dans les eaux de la Seine au Pont-de-Flandres à Paris. Appartenant au groupe à position unique et à tenon conique, elle présente une table de travail quadrangulaire et une bigorne latérale (Nicolardot, Gaucher 1975, fiche 21 ; Mohen 1977, 161 et 178, n° 646).

Deux enclumes venant d'Espagne appartiennent aussi à ce groupe à position unique. Un exemplaire provient du Castro de la Mazada, Zamora, dont l'appartenance à l'âge du Bronze est probable. Muni d'une table de travail avec deux larges rainures et une petite corne conique, il a perdu son tenon de fixation (Esparza Arroyo, Larrazabal Galarza 2000, 8-9, pl. 5.17, n° 1 ; Armbruster *et al.* 2003, 259). Une deuxième enclume en bronze d'Espagne a été trouvée dans un contexte orientalisant à Huelva (Armbruster *et al.* 2003, 260). Elle a une longue table rectangulaire munie de rainures et un tenon de fixation.



Fig. 45 - Pièce de moule en pierre de Fort-Harrouard, Eure-et-Loir.

La classe d'enclumes définie par Nicolardot et Gaucher comme type "Porcieu-Amblagieu", d'après une petite enclume de l'Isère, porte aussi deux tenons de section ronde (Nicolardot, Gaucher 1975, fiche 303). Elle a un corps à faces carrées et à côtés carénés duquel partent deux ou trois tenons (fig. 44). L'enclume d'Angerville, Essonne, France (Musée d'Oxford) et celle de Riddes, Suisse, appartiennent au groupe à positions multiples et au type "Porcieu-Amblagieu", Isère (Wyss 1972, 127, fig. 4, n° 2). Des moules pour couler des enclumes peuvent être attribués aux différents types grâce au négatif de l'objet à fabriquer. Deux moules sont à signaler pour le type d'enclume "Porcieu-Amblagieu". Une partie d'un moule bivalve en micaschiste a été découverte à La Lède-du-Gurp à Grayan, Gironde, France, une autre valve d'un moule bivalve en calcaire provient de Fort-Harrouard, Eure-et-Loir (fig. 45) (Moreau 1971 ; Mohen, Bailloud 1987, 130-131, fig. 69, pl. 36, n° 11).

Le groupe d'enclumes à positions multiples, du type "Fresné-la-Mère", montre plusieurs possibilités d'emploi (fig. 43 et 46) ; ces outils perfectionnés pouvaient se prêter à diverses tâches pratiquées par l'orfèvre ou le bronzier. Souvent, l'outil présente deux appendices, de section rectangulaire ou ronde, qui servent alternativement soit de bigorne pour le travail du métal, soit de tenon pour la fixation dans le billot (fig. 47). Une enclume à positions multiples a été draguée dans la Seine entre Corbeil et Villeneuve-Saint-Georges, France, elle correspond au type de "La Tour de Langin", avec deux tables de travail et deux tenons, l'un massif et trapu et l'autre conique

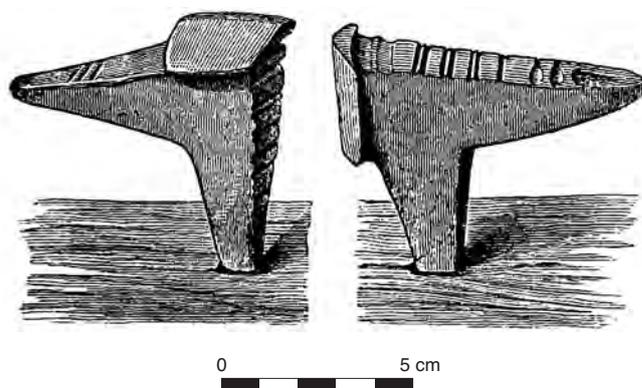


Fig. 46 - Grâce à deux positions possibles, l'enclume de Fresné-la-Mère, Calvados, montre plusieurs possibilités d'emploi (d'après Evans 1881, 182, fig. 217).

(Mohen 1977, 161 ; 178, n° 647). Une des deux tables de travail, en double pente, est munie de cinq cannelures destinées à la fabrication de tiges ou de fils. Ces cannelures fonctionnelles sont à rapprocher d'autres enclumes où elles se trouvent plutôt sur des parties horizontales dans la position de travail.

Souvent, ces enclumes complexes sont munies d'une table de travail lisse et d'une autre pourvue d'une série de rainures parallèles, de section anguleuse ou courbe ; de plus, la table de travail lisse peut être à double pente, comme celles d'un groupe de marteaux à douille. Dans cette classe d'instruments spécialisés sont inclus l'objet éponyme de Fresné-la-Mère, celui de Bardouville, Seine-Maritime, et l'exemplaire de Keranfinit à Coray, Finistère, France, qui représente la plus grande complexité (Briard 1984, 164). Cette dernière porte non seulement des rainures, mais aussi latéralement, d'un côté deux bossettes en relief et de l'autre deux creux comparables à ceux des dés à emboutir à dépression hémisphérique (fig. 48). Certains marteaux à douille, dans le dépôt de Gévelard par exemple, portent également des bossettes en relief négatif ou positif ; ils peuvent être purement décoratifs, mais probablement aussi avoir une fonction réelle. Il faut encore ajouter à ce groupe l'enclume de

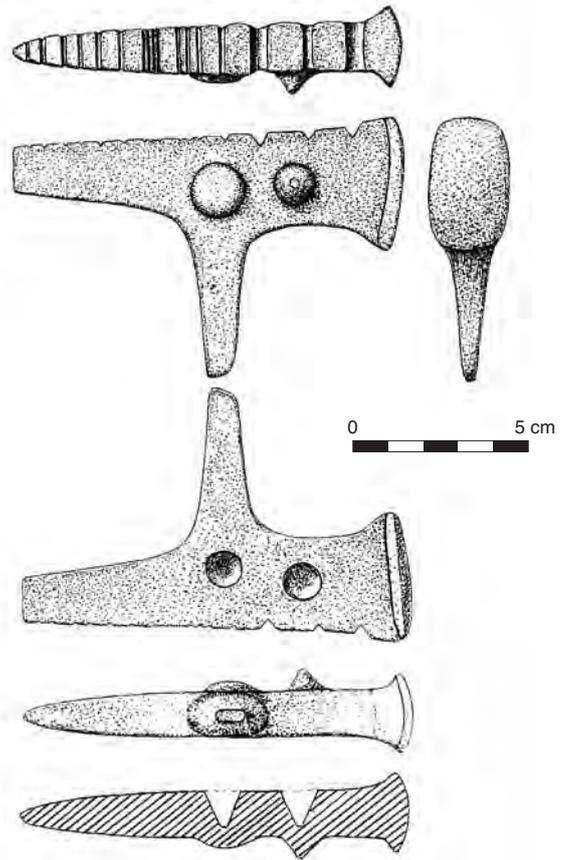


Fig. 48 - Enclume de Keranfinit à Coray (d'après Briard 1984, fig. 14).

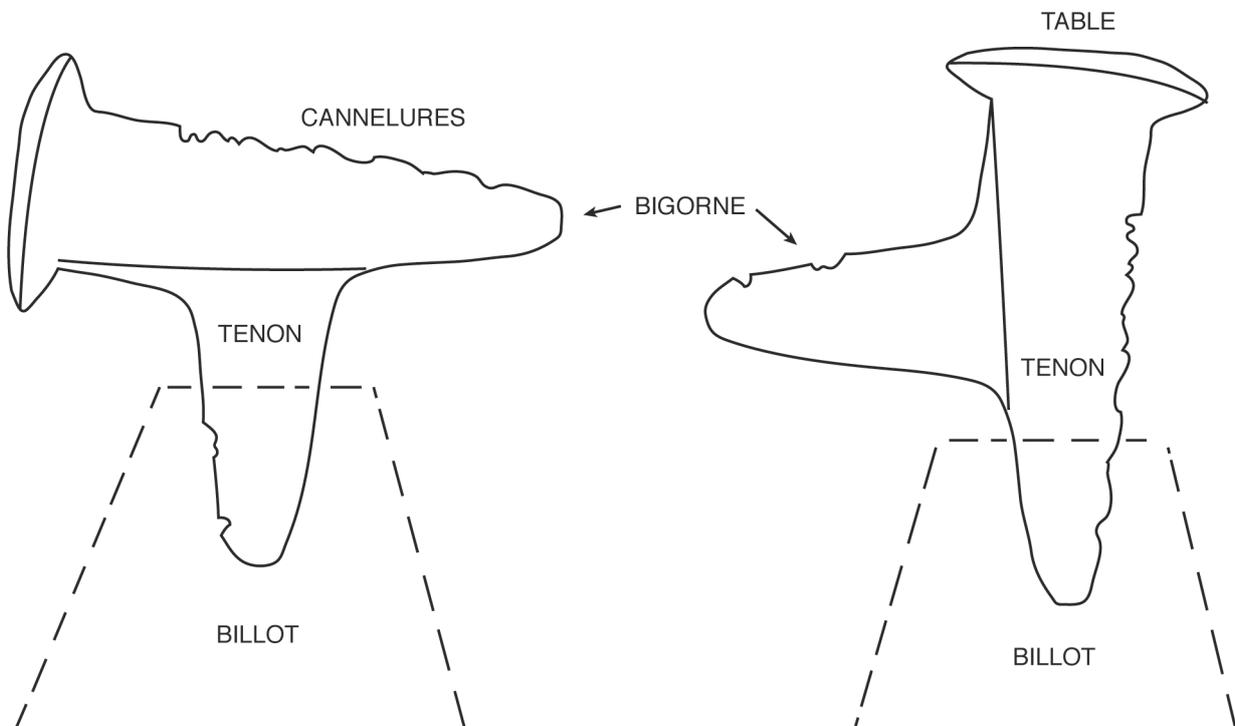


Fig. 47 - Vocabulaire et positionnements possibles d'une enclume à positions multiples (d'après Nicolardot, Gaucher 1975, 19, fig. 1).



Fig. 49 - Enclume de Kyle of Oykel, Sutherland.

Kyle of Oykel, Sutherland, qui, en plus de ces caractéristiques évoquées, porte une perforation qui peut servir de trou de poinçonnage (fig. 49).

Toute cette série occidentale a conservé, malgré quelques différences dans les détails, le principe des alternatives dans les positions de travail. Elles se différencient des enclumes du type de “Gray” qui portent aussi deux tenons ou cornes à angle droit, deux tables de travail lisses et un trou central comme l'exemple écossais, mais elles sont dépourvues de rainures (Nicolardot, Gaucher 1975, 33-34). Ce type d'enclume à positions multiples a aussi été découvert dans l'est de la France, notamment à Gray, Haute-Saône, à Laumes, Côte-d'Or, ou encore dans le dépôt de Gévelard, Saône-et-Loire (fig. 35a, p. 52).

La petite bigorne de Lusmagh, Co. Offaly, comporte une corne de section ronde et une autre aplatie. La table de frappe est à double pente et porte quatre petites perforations, deux dans la partie centrale et deux dans la corne aplatie (fig. 41, n° 6) ; le tenon de fixation dans le billot est de section ovale.

Une enclume, provenant d'Inshoch Wood, Woodend, Écosse, est associée à un marteau à douille et d'autres objets en bronze. De corps rectangulaire, avec une partie portant des rainures, elle est munie d'un tenon pour la fixation. L'analyse de la composition élémentaire de l'alliage de cet outil donne 70 % de cuivre et 30 % d'étain ; ce résultat montre que l'artisan a, dans ce cas, choisi un alliage particulièrement dur (Childe 1945 ; Ehrenberg 1981, fig. 2-b). Des séries d'analyses d'outils en bronze restent encore à mettre en œuvre.

### 3. Têtes-de-serpent

La fabrication de la vaisselle en or de l'âge du Bronze exige un outillage spécialisé où les *têtes-de-serpent* jouent un rôle important. Cet outil métallique long, avec une ou deux extrémités arrondies, sert dans la mise en forme d'objets creux en tôle dans lesquels il peut être introduit ; il est toujours en usage aujourd'hui dans la dinanderie et la chaudronnerie (Perrier 1979, 82-83). On ne connaît actuellement qu'une tête-de-serpent entière et qu'un seul fragment, en bronze, de l'âge du Bronze en Europe. Les deux découvertes proviennent de l'île de Crète, l'une de Káto Zákros, l'autre d'Ajía Triádha (fig. 50a). Une des extrémités de la tête-de-serpent est fixée dans un billot qui peut aussi servir de siège pendant le travail. Ce type d'outil est archéologiquement attesté en Inde et continue d'être employé dans des ateliers en Inde et au Sri Lanka (fig. 50b et c). Dans des tombes de l'Égypte ancienne, des peintures murales illustrent l'utilisation de têtes-de-serpent dans l'atelier d'orfèvre (fig. 31, p. 48). L'absence de cette catégorie de support de frappe en bronze dans le mobilier archéologique de l'Europe occidentale de l'âge du Bronze reste sans explication précise ; peut-être était-il réalisé dans un autre matériau ?

### 4. Triboulets

Le *triboulet* est un outil d'orfèvre qui sert dans la fabrication d'objets creux de section circulaire, comme des bagues ou des bracelets. Il s'agit d'un cône ou d'un tronc de cône en corne, en bois de cerf, de bois dur ou en bronze qui sert à former, marteler ou rectifier des pièces annulaires. Étant donné que beaucoup d'objets en tôle ou de forme annulaire sont connus à l'âge du Bronze, l'utilisation d'un dispositif de ce type peut être envisagée. Des cônes creux en bronze trouvés dans le dépôt de Gévelard, Saône-et-Loire, ont probablement eu cette fonction (fig. 51).

### 5. Dés à emboutir et à rainures

Les dés à emboutir sont des outils spécialisés, généralement en bronze, portant des creux en forme de demi-sphère ou des rainures de section anguleuse ou arrondie. Ces cavités ont été préparées pour y travailler des tôles à l'aide de bouterolles. Elles peuvent donc notamment servir à l'emboutissage, de

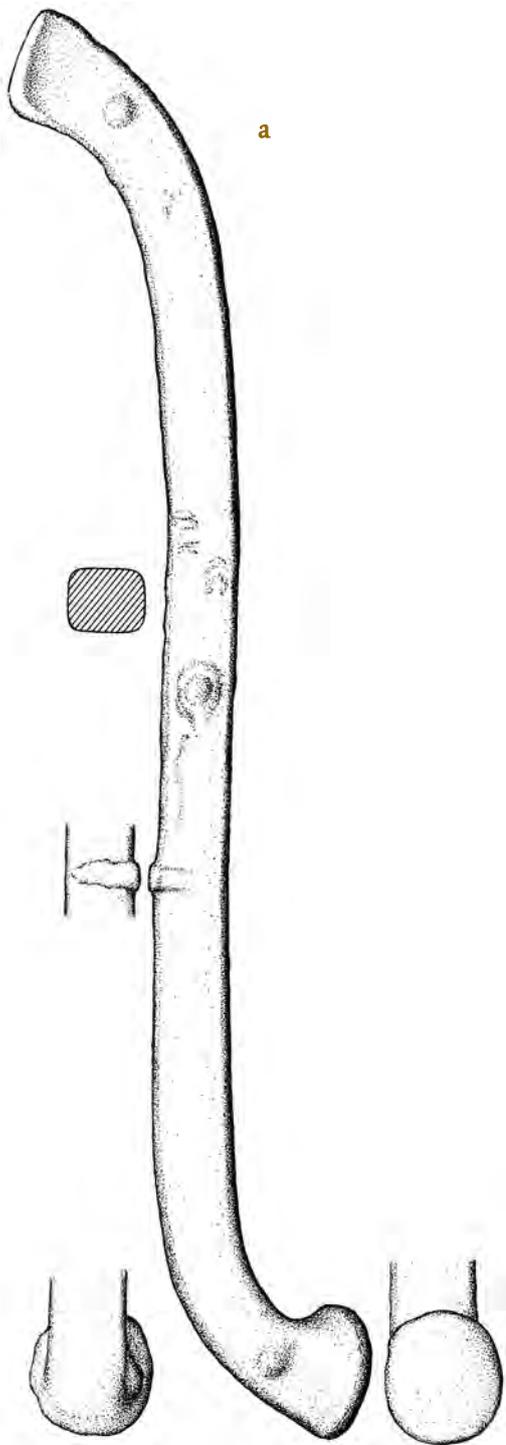


Fig. 50 - Têtes-de-serpent : a. En bronze de Crète (d'après Hundt 1986) ; b. et c. Utilisée par un dinandier en Inde du Sud.

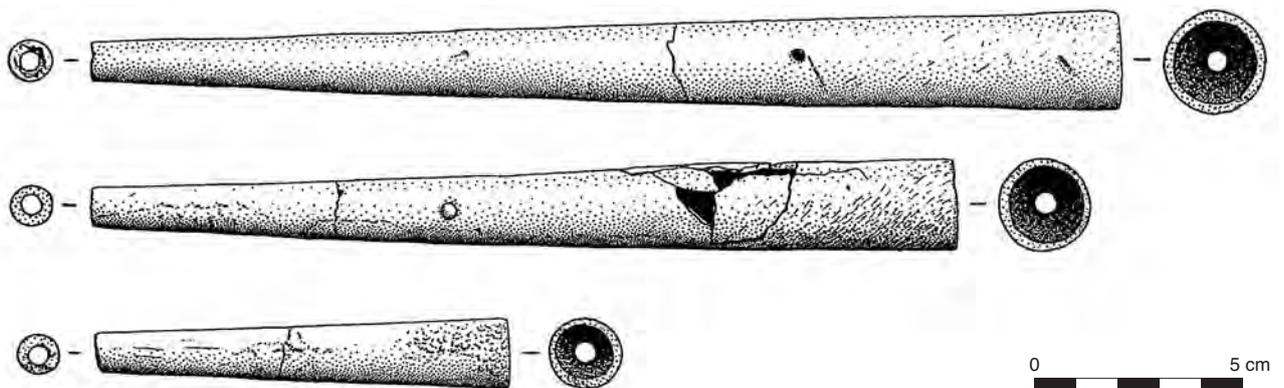


Fig. 51 - Triboulets du dépôt de Gélénard, Saône-et-Loire (d'après Thevenot 1998, fig. 6, n° 2-4).

bossettes par exemple. Les dés à rainures, nommés cambroirs, permettent de cambrer des tôles à l'aide de la panne allongée d'un marteau ou d'une tige cylindrique, ou à marteler des fils et des tiges. Ils servent aussi à la réalisation de tubes, ou encore à fabriquer des tiges et fils de section plano-convexe ou triangulaire (Untracht 1982, 262, fig. 7-12 et fig. 6-240). Ces outils à fonctions multiples ont pour la plupart une forme parallélépipédique ; ils sont bien adaptés à la fabrication de petits objets.

Le dé à emboutir en bronze faisant partie du dépôt de Larnaud, Jura, est une exception, car c'est un rare exemplaire muni de plusieurs cavités semi-sphériques et d'une bossette en relief (fig. 52a). Des expérimentations concernant la fonction du dé à emboutir de Larnaud ont donné de bons résultats pour la fabrication de petites cupules et d'agrafes (Éluère, Mohen 1993). Un dé à emboutir dont l'utilisation n'est pas bien déterminée, pourvu de dépressions en forme de rainures sur trois côtés, de deux reliefs, ainsi que d'un grand trou rond percé au milieu du bloc, a été découvert à Trégdorf-en-Surzur, Morbihan, France (Briard 1984, fig. 13, n° 2 ; Éluère, Mohen 1993, 19). Le dé à rainures du dépôt de Gévelard, Saône-et-Loire, est muni de sillons de différentes tailles sur deux côtés, les autres faces sont lisses (fig. 52b). Un objet, qui dans un premier temps a été classé comme un lingot, est maintenant interprété comme un support

de frappe, combinant un dé à rainures et un tas ; il provient de la tombe de métallurgiste de Lachen-Speyerdorf, Stadt Neustadt an der Weinstrasse (Sperber 2000). C'est un rare exemple de la découverte d'un outil de ce genre dans un contexte funéraire du Bronze final. Cet outil polyvalent, muni de rainures sur trois faces latérales, de surfaces planes ou légèrement convexes, pouvait servir sur quatre côtés en reposant sur un socle en bois adapté (fig. 53). Il a été fabriqué avec un bronze à haut pourcentage d'étain (17 %) ce qui correspond à un bronze dur ; des restes d'or adhérent à la surface ont permis de l'identifier comme outil d'orfèvre.

Il est à noter que des rainures, des creux ou des reliefs de fonctions comparables à ceux des dés à emboutir ou des dés à rainures sont présents sur plusieurs enclumes évoquées plus haut.

### 6. Bouterolles

Les *bouterolles* sont des tiges en métal ou en bois dur servant à emboutir des tôles. De diverses dimensions, mais avec une extrémité hémisphérique, ces petits outils sont frappés par le marteau et employés en combinaison avec un dé à emboutir, tel celui du dépôt de Larnaud, Jura (fig. 54b). La bouterolle est l'élément mâle et le dé dormant est l'élément femelle, l'extrémité active, en arrondi, épouse la dépression

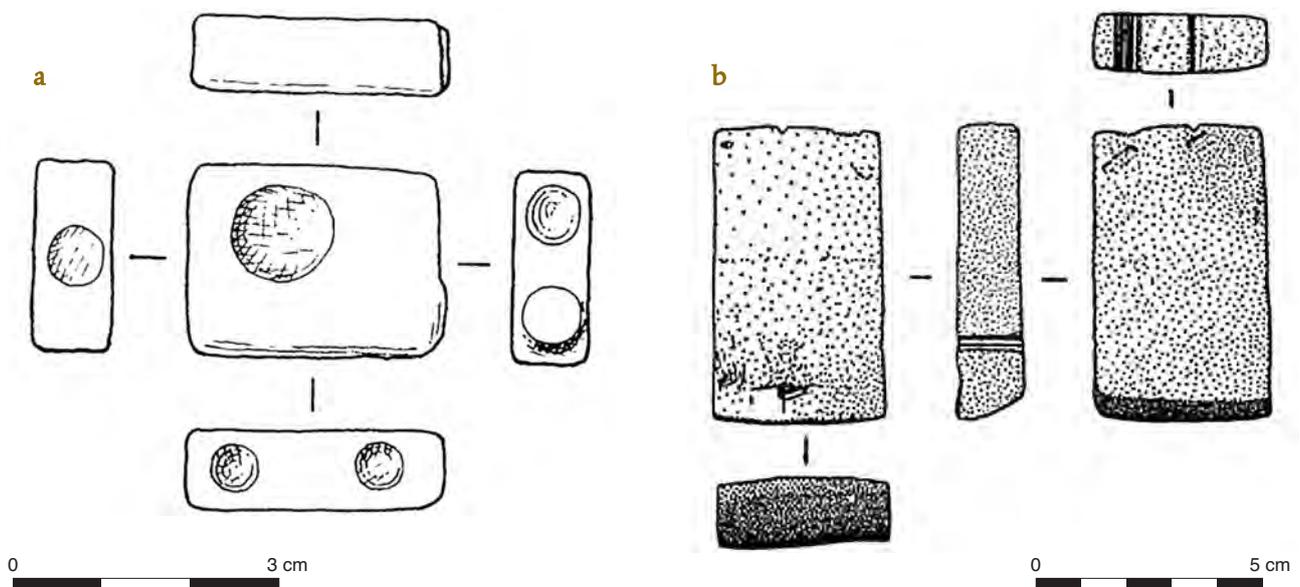


Fig. 52 - Dés à emboutir : a. Larnaud, Jura (d'après Nicolardot, Gaucher 1975) ; b. À rainures, Gévelard, Saône-et-Loire (d'après Thevenot 1998, fig. 4, n° 4).

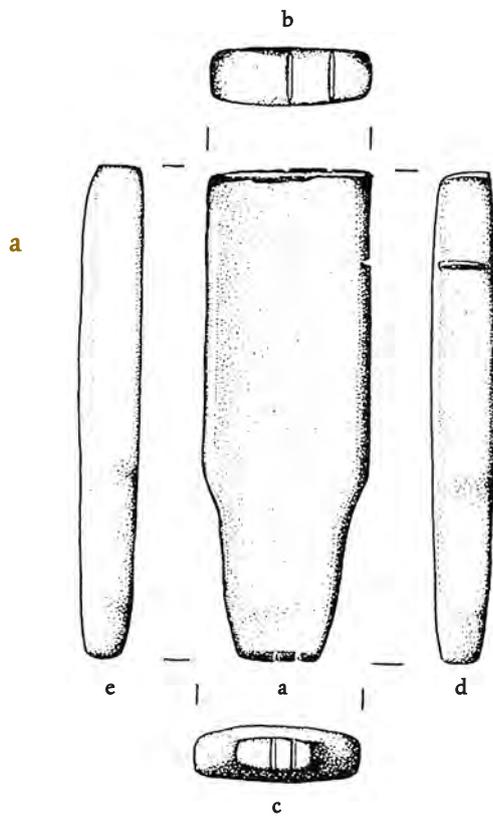


Fig. 53 - a. Enclumette multifonctionnelle ou dé à rainures, Lachen-Speyerdorf, Stadt Neustadt an der Weinstrasse ; b. Proposition de reconstructions de divers modes de fixation sur un support en bois (d'après Sperber 2000, fig. 2 et 4).

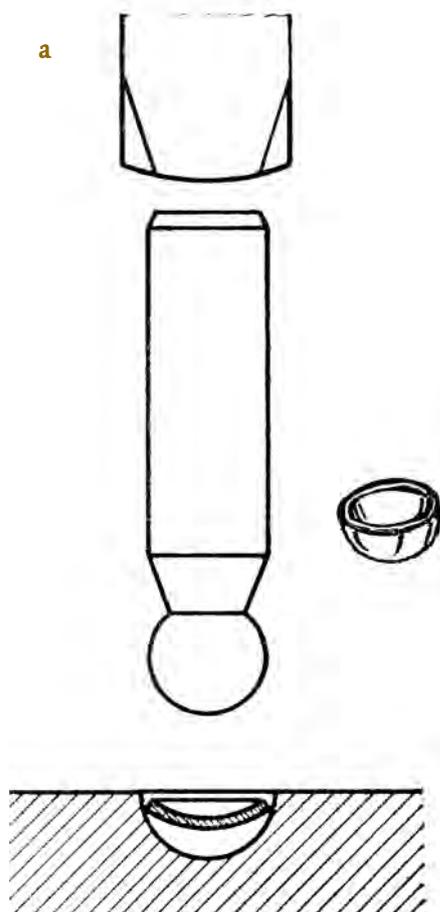


Fig. 54 - a. Schéma d'emboutissage (d'après Brepohl 1980) ; b. Outils de métallurgiste du dépôt de Larnaud, Jura ; c. Bouterolle du dépôt de Petit-Villatte, Neuvy-sur-Barangeon, Cher, placée à côté du dé à emboutir de Larnaud.

de manière adéquate. La partie proximale, destinée à recevoir la frappe du marteau, est simplement lisse ou bien munie d'une soie pour être associée à un manche en bois ou en une autre matière organique. Les poinçons et les matrices, et également les dés à emboutir, peuvent aussi être réalisés en bois ou en os.

La petite bouterolle en bronze du dépôt de Petit-Villatte, Neuvy-sur-Barangeon, Cher, France (fig. 54c), présente une courte soie prismatique de section carrée, séparée de la partie active par un bourrelet, qui se prête sans problème à une fixation dans un manche (Nicolardot, Gaucher 1975, 36, fig. 1). Deux fonctions sont envisageables pour cet instrument : il peut agir comme poinçon arrondi pour façonner de petites bossettes sur un objet ou bien en association avec un dé à emboutir portant des creux hémisphériques afin de fabriquer des petites coupelles en tôle fine (fig. 54a).

## VII. Ciselets, poinçons et ciselure

De petits outils dont le corps est une tige, le plus souvent en bronze, servent à tracer des motifs linéaires, mais aussi à former des reliefs, à enfoncer et à modeler une tôle (fig. 55). L'extrémité active est aménagée pour laisser son empreinte sur la surface métallique, l'autre sert à recevoir, ou à transmettre, l'impact du

marteau. Depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (Ledebur 1870 ; Richly 1896, 123, fig. 3-4), les "tiges en bronze" associées à des marteaux à douille ont été comprises comme étant des poinçons et des ciselets. Une forte controverse s'est très vite développée sur les possibilités techniques du métallurgiste de l'âge du Bronze ; le débat porte particulièrement sur les décors des objets métalliques ainsi que sur la fonction des ciselets ou poinçons en bronze de l'âge du Bronze nordique (Hostmann 1877 ; Lindenschmidt 1877). Sophus Müller a finalement prouvé, par des expérimentations exécutées par un orfèvre, que les ornements sur des objets métalliques n'avaient pas été obtenus par gravure (enlèvement de matière) mais réalisés soit par ciselure (déformation plastique), soit par moulage à la cire perdue, et parfois même par une combinaison de ces deux techniques (Müller 1877, 27-40).

Dans une publication du riche mobilier de l'habitat minier de Velem-Szentvid, Kálmán Freiherr von Miske a montré la diversité des ciselets, poinçons et mèches parmi l'ensemble cohérent et très complet d'outils de métallurgiste de l'âge du Bronze de ce site (Miske 1929, 88-89, fig. 8 et 10). Herbert Maryon a attiré l'attention sur le petit outillage en bronze (pointes à tracer, ciselets, poinçons, alènes), de l'orfèvre et du bronzier, nécessaire pour esquisser des motifs et pour exécuter des décors par ciselure ou poinçonnage (Maryon 1938a, 243-249). Plusieurs

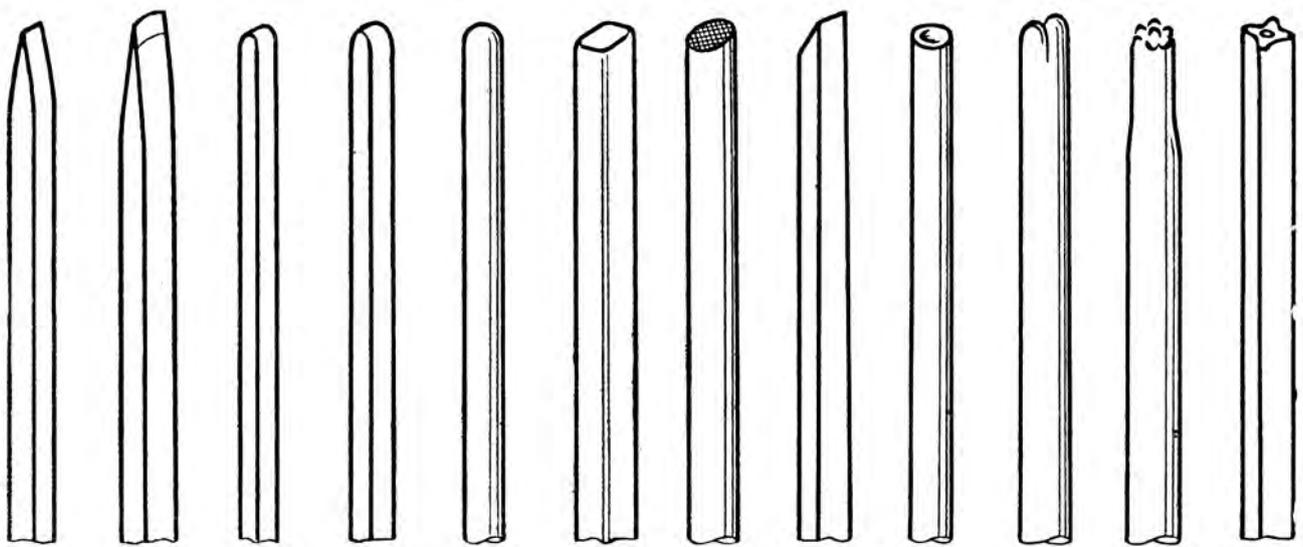


Fig. 55 - Schéma de ciselets (à gauche) et de poinçons (à droite) (d'après Brepohl 1980).

petits ciselets, dont certains étaient probablement emmanchés dans du bois ou de l'os, sont par exemple signalés dans le dépôt de Vénat, Charente (fig. 56a). Il en est de même dans d'autres dépôts français comme à Gévelard, Saône-et-Loire (fig. 35a, p. 52), à Larnaud, Jura (fig. 54b), ou à Baiões, Viséu (fig. 56b) (Armbruster 2008). Leur multifonctionnalité est reconnue et, de plus, il existe plusieurs exemples de ces petits outils fabriqués à partir d'objets ainsi réemployés.

Rappelons que la ciselure est une technique de décoration de surfaces métalliques sans enlèvement

de matière (fig. 57). Elle est mise en œuvre à froid sur une tôle aussi bien que sur une pièce massive (Arminjon, Bilimoff 1998, 120-131) ; des traces peuvent être visibles sur l'envers des tôles (fig. 60f).

Les outils nécessaires sont des ciselets frappés perpendiculairement avec un marteau ou une pierre à plan de frappe plat pour bien diriger la force du coup (fig. 57). Le motif est mis en place par petits coups successifs ; par la répétition, le métal est progressivement enfoncé. Pour éviter que la tôle ne se déchire et pour amortir le choc du ciselet, le support de frappe doit être à la fois ferme, pour maintenir le

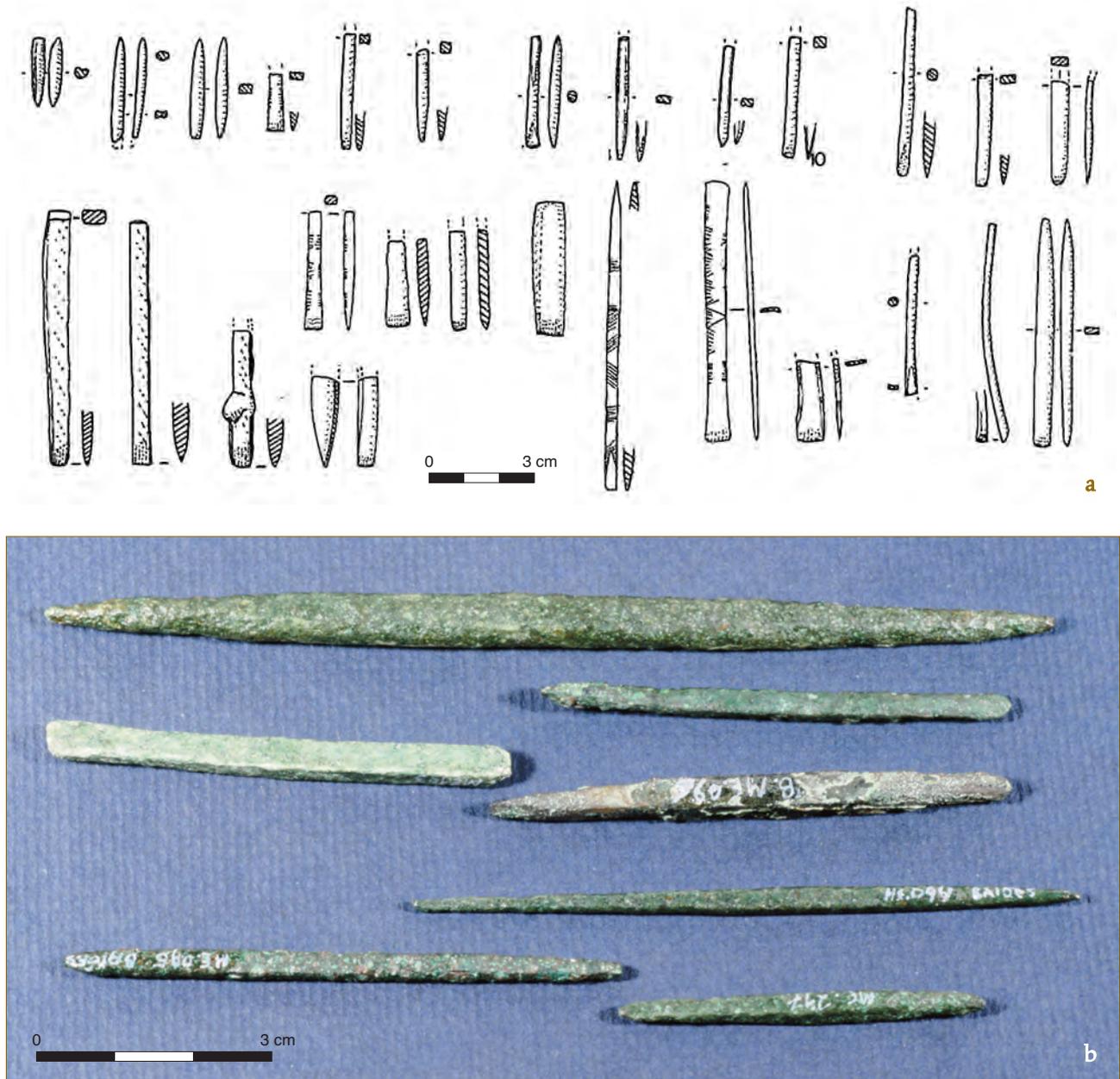


Fig. 56 - Ciselets : a. Dépôt de Vénat, Charente (d'après Coffyn *et al.* 1981, 122, pl. 24) ; b. Dépôt de Baiões, Viséu.

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

relief donné au métal, et tendre pour permettre au ciselet de déformer la tôle ; ce peut être du cuir épais pour la réalisation de traits droits. Le *ciment de ciseleur* utilisé pour réaliser des motifs en relief est toujours un mélange ; il peut par exemple être composé de briques pilées, de cire, de poix, de suif ou encore de colophane. Selon le travail à faire, l'orfèvre compose son *ciment* avec la dureté et la plasticité adéquate en choisissant soigneusement les quantités de chaque composant. Le mélange est effectué à chaud ; il est versé dans un état fluide sur une plaque de bois ou dans un récipient, puis on le laisse refroidir. La surface

du *ciment* est réchauffée afin d'y coller l'objet à travailler. Des objets bombés ou en relief, dont la ciselure est déjà bien avancée, doivent être remplis de *ciment* pour renforcer la tôle pendant le travail de ciselure. Ainsi, une coupe ou une bouteille en or remplie de *ciment* peut être ciselée par l'extérieur (fig. 147, p. 143 et 153, p. 146). Le travail qui laisse ressortir des plages d'un motif en relief, grâce à d'autres qui sont enfoncées, est nommé le *repoussé*. Des exemples de tôles d'or ciselées existent depuis le Bronze ancien. Les œuvres les plus remarquables utilisant cette technique sont la "Moldcape", Flintshire, Pays de Galles, le disque portugais de Sobreiral, Castelo Branco, ou encore les gorgerins irlandais (fig. 155, p. 149 ; 121, p. 117 et 222, p. 223) (Needham 2000a ; Armbruster, Parreira 1993, 170-173 ; Cahill 2005a).

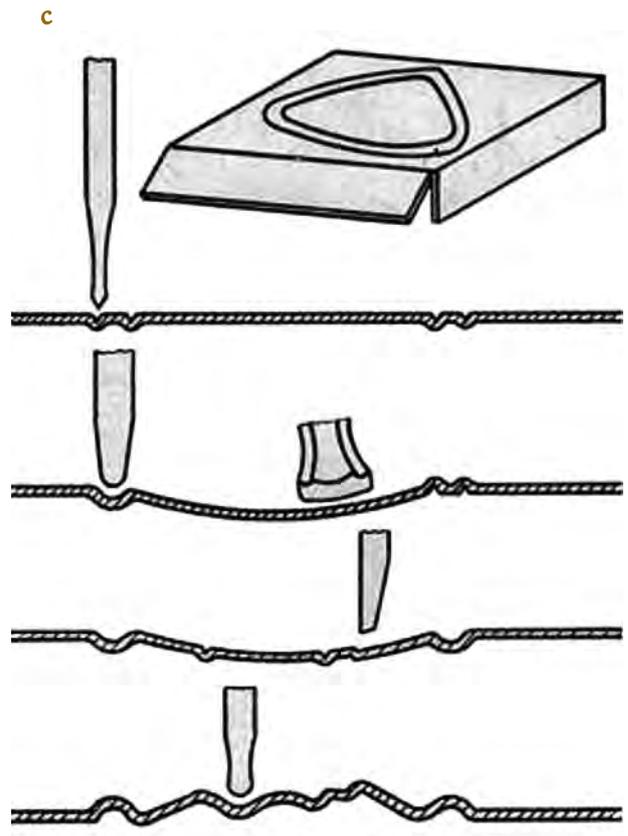


Fig. 57 - a. Représentation d'un ciseleur dans la tombe de *Rekhmiré* (d'après Scheel 1989) ; b. Le geste du ciseleur (Anonyme 1999) ; c. Schémas de la déformation de la tôle (d'après Brepohl 1980).



**Fig. 58** - Poinçons décoratifs : a, b et c. Dépôt de Génelard, Saône-et-Loire ; d. Dépôt de Larnaud, Jura.

## A. Poinçons décoratifs

Ce groupe d'outils permet de décorer des objets métalliques ; un motif est imprimé sur la surface par la frappe d'un outil actif, un marteau ou une pierre, qui agit sur la partie proximale. Les poinçons décoratifs présentent une ou deux extrémités façonnées avec un motif (Armbruster 2003c) ; dans le cas où les deux extrémités portent un décor, un emmanchement en bois, en os ou en corne doit assurer la protection de la partie inutilisée pour éviter de l'endommager.

Plusieurs poinçons décoratifs figurent dans le dépôt de Génelard. Cinq, de différentes tailles, sont à décors concentriques, dont une paire avec une partie mâle qui s'emboîte dans la partie femelle (fig. 58b). Un poinçon avec extrémité dentelée permet de réaliser un décor répétitif de pointillés ; deux exemplaires présentent une extrémité à deux arêtes et un sillon longitudinal (fig. 58c) (Thevenot 1998, fig. 5, n° 4-6 et 9-13). Un usage particulier a été proposé pour ces poinçons complexes (Thouvenin, Thevenot 1998) ; le principe consisterait à fixer le ciselet, puis à presser une perle cylindrique en tôle d'or contre l'outil en la faisant tourner selon un axe perpendiculaire au sillon qui ainsi s'imprime en produisant un décor de stries parallèles, comme par exemple dans le cas des perles du dépôt de Blanot, Côte-d'Or, France (Thevenot 1991).

Un ensemble d'outils de métallurgiste comparable à celui de Génelard a été découvert en Bavière à Murnau, Garmisch-Partenkirchen. Cette "caisse à outils" contenait 28 pièces, dont plusieurs paires de

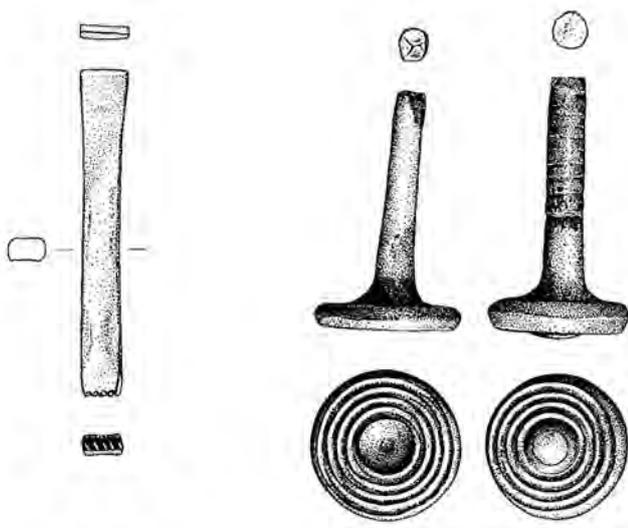


Fig. 59 - Poinçons décoratifs provenant de Murnau en Bavière (d'après Jockenhövel 2003).

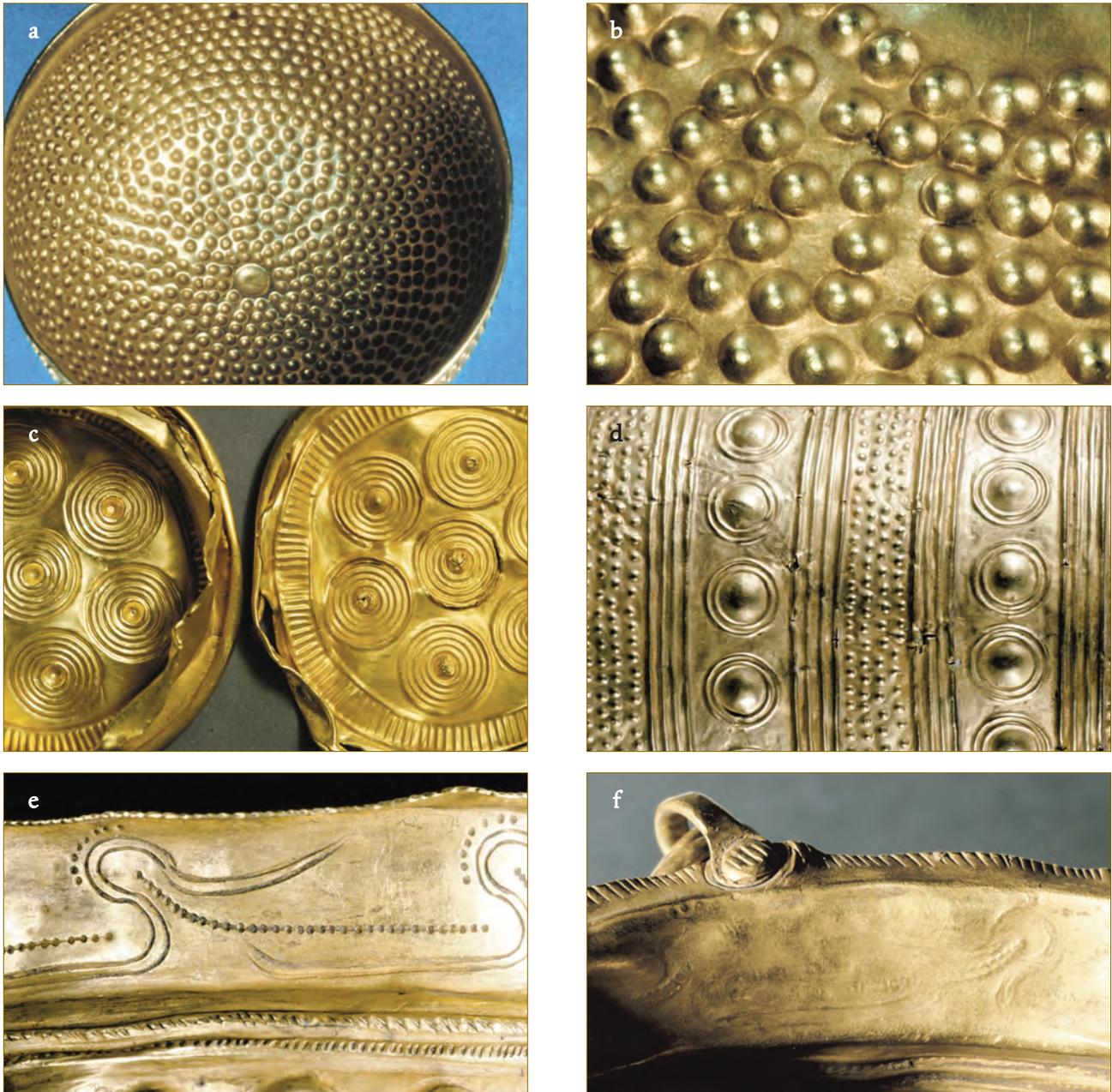
poinçons décoratifs, avec un relief concentrique, en positif et en négatif, ou avec des motifs répétitifs (dents et sillon) (fig. 59). L'ensemble contenait aussi de petits marteaux et une petite enclume (Grossmann 2003, 280-281, n° 7a-d ; Nessel 2009).

D'autres poinçons à décor concentrique sont connus au dépôt de Larnaud, Jura (fig. 58d) ou dans des trouvailles isolées dans des sites allemands (Nadler 1998 ; Jockenhövel 2003, 111, fig. 5 ; Armbruster 2008). Les poinçons décoratifs manquent dans le mobilier métallique de l'âge du Bronze en Grande-Bretagne et en Irlande ainsi que sur la péninsule Ibérique, à l'exception d'un poinçon circulaire creux découvert à Moreirinha, Beira Interior, Portugal (Vilaça 1995, I, 228 ; II, pl. 245, n° 3). Ce modèle de poinçon, dont une extrémité est une demi-sphère creuse, a pu être employé pour réaliser un décor de petits cercles ou pour former des bossettes par exemple sur une vaisselle en or (fig. 60a et b) ; il pouvait aussi servir pour le rivetage (fig. 79, p. 83).

Un autre groupe de poinçons regroupe des tiges de section rectangulaire dont une extrémité (voire les deux) présente un décor en relief qui pouvait être imprimé par frappe indirecte. Les motifs retrouvés se rencontrent sur de nombreux produits en tôle d'or ou de bronze imitant des cordons ou figurant une torsade. Un poinçon de ce groupe, présent dans le dépôt de Larnaud (Armbruster 2008), est muni à une extrémité d'un décor répétitif de sillons parallèles obliques, et à l'autre extrémité de lignes perpendiculaires en relief (Nicolardot, Gaucher 1975, 37, fig. 3). Comme nous l'avons remarqué, des poinçons comparables font partie de l'ensemble bavarois mentionné plus haut (Grossmann 2003, 280) et du dépôt de Génelard (Thevenot 1998, fig. 6).

## B. Mèches à pointe centrale

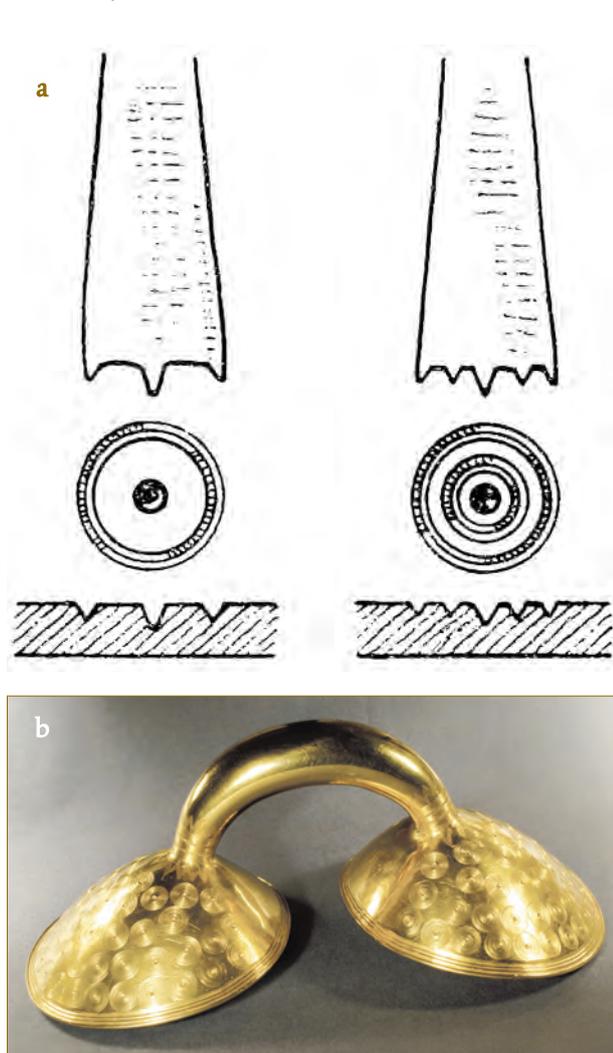
L'existence d'un autre genre d'instrument servant à décorer des surfaces en or ou en bronze peut être déduite des traces laissées sur les objets ouvragés. Il s'agit d'un genre de foret à pointe centrale et pointes latérales, servant à faire de petits décors concentriques autour d'un centre (fig. 61a). Ce type rare de décor ressemble à ceux qui sont obtenus par des poinçons à motifs de cercles concentriques, mais il se distingue par la manière dont il est réalisé. Les deux extrémités du grand *dress-fastener* en or découvert près de Clones,



**Fig. 60** - Traces d'outils de la ciselure et du poinçonnage : a et b. Coupe du dépôt de Villena, Espagne : bossettes ciselées de l'intérieur, reprises de l'extérieur ; c. Traces de poinçon décoratif de cercles concentriques, ciselés de l'intérieur, saillant à l'extérieur de l'écarteur d'oreille de Ballincleisig, Irlande ; d. Cône d'Avanton, Vienne : bossettes et cercles ciselés de l'extérieur sur un *ciment* mou ; e et f. Décor tracé en pointillé à l'extérieur de la tasse de Paimpont, Ille-et-Vilaine, France, et traces à l'intérieur.

Co. Monaghan, sont entièrement ornées par ce décor particulier (**fig. 61b et c**) (Cahill 1999, 272, fig. 6). D'autres objets en or de l'Irlande portent un motif analogue, en particulier deux boîtes ou écarteurs d'oreilles (sans provenance), une partie d'un "lock-ring" de Copper's Hill, Alnwick, et la *bulla* de River Bann, Co. Antrim (**fig. 61d et e**) (Armstrong 1920, 88-89 ; Eogan 1969, 122, n° 35, fig. 3 ; Cahill 2002, 115, fig. 3, n° 18). Des "forets à décor centré" en bronze sont plutôt connus par des études sur la métallurgie

du bronze de l'époque de Hallstatt (Drescher 1978, 202, fig. 52, n° 5-6 et 1954, 43, fig. 1, n° 7). Ce petit outil doit être fixé au bout de l'axe vertical d'un appareil rotatif, comme une drille ; le motif concentrique est ainsi exécuté par abrasion sous la pression appliquée sur l'axe. Le seul exemplaire en bronze connu dans un contexte de l'âge du Bronze provient du site de Velem-Szentvid (Miske 1929, 89, fig. 10, n° 11).



**Fig. 61** - a. Forets pour réaliser des décors concentriques (d'après Drescher 1954, 43, fig. 1, n° 7) ; b et c. *Dress-fastener* de Clones, Co. Monaghan, vue générale et détail du décor ; d et e. *Bulla* de River Bann, Co. Antrim, vue générale et détail du décor.



## VIII. D'autres outils

### A. Outils de manipulation et de fixation

Les outils qui servaient à tenir ou fixer des objets, comme les tenailles, brucelles ou petits étaux à main, sont absents du mobilier archéologique de l'âge du Bronze. Ces dispositifs sont pourtant particulièrement importants quand il s'agit de manipuler ou de transporter des objets chauds, comme un creuset ou un moule ; de même, leur utilité est incontestable lors du recuit. Un outillage pour tenir ou serrer la pièce en cours de fabrication est également nécessaire pour torsader, courber ou cambrer ; il est également indis-

pensable pour manipuler un objet dans un bain d'acide. Peu de pinces à feu nous sont parvenues en Europe de l'Ouest ; deux exemplaires peuvent cependant être cités, un dans le dépôt de Freixianda, Santarém, Portugal (fig. 62) et un autre en Grande-Bretagne (Evans 1881, 185, fig. 219). Des objets comparables en bronze ont été trouvés en Méditerranée orientale, comme l'exemplaire de l'épave d'Ulu Burun ou encore une pince d'une longueur de 40 cm trouvée à Chypre (Yalcin *et al.* 2005, 632, n° 197 ; Jockenhövel 2001, 96, fig. 3 ; Catling 1964, fig. 11, n° 4-5). Des pinces de forme très similaire, utilisées comme outils d'orfèvre en Inde, ont été observées au début du XX<sup>e</sup> siècle (Rosenberg 1910, 67, fig. 50).

En ce qui concerne les pinces ou les tenailles, il est très probable que le métallurgiste utilisait des instruments en bois, ou éventuellement un autre matériau périssable, en particulier car les alliages à base de cuivre conduisent fort bien la chaleur et ne sont donc pas isolants. De grandes pinces en bois, faciles à fabriquer et isolant bien de la chaleur sont plus adaptées (Coghlan 1951, 80, fig. 14 ; Herbert 1984, pl. 1). L'évolution de la pince métallique s'explique d'ailleurs à partir d'exemplaires en bois (Pietzsch 1964, 131, fig. 75). Pour le transport de creusets, deux solutions sont proposées par des sources ethnographiques et iconographiques. Des pinces simples en bois sont utilisées dans des ateliers de fondeurs et de forgerons d'Afrique, pour maintenir et transporter

des moules de coulée (Kirknæs 1980, 27-29 ; Armbruster 2005a). Des représentations graphiques de fondeurs dans des tombes égyptiennes du II<sup>e</sup> millénaire a.C. montrent deux variantes pour la même fonction. Dans l'une d'elles, la pratique consiste à tenir le creuset avec deux pierres, une dans chaque main ; les pierres sont isolantes, ainsi un artisan seul transporte le creuset (Garenne-Marot 1985). Une autre représentation montre la collaboration de deux artisans qui prennent le creuset entre deux branches de bois (Scheel 1989).

Un outil du dépôt de Bishopsland, Co. Kildare, dont la fonction n'est pas claire, aurait pu servir comme un petit étau à main (Eogan 1983a, 226, fig. 10, n° 12). Des étaux à main comparables sont observés dans l'outillage de métallurgistes africains (Cline 1937, 110, fig. 15).

## B. Outils de finition

Dans la chaîne opératoire, les techniques de finition s'appliquent bien évidemment à la fin de la fabrication d'un objet en or. Les procédés mis en œuvre sont principalement le décapage à l'aide d'acides et le traitement abrasif par meulage et polissage. Des pierres, des sables ou encore des cendres ont pu être utilisés à cet effet. Certaines plantes contenant de la silice, comme la prêle des champs, sont, une fois séchées, d'excellentes matières abrasives pour le traitement des surfaces métalliques. Ce sont surtout les surfaces des produits bruts de coulée qui nécessitent un important travail de finition, car elles ont souvent un aspect rugueux. Les surfaces d'objets martelés et recuits sont aussi traitées par polissage sur la face externe, visible lors de leur utilisation. Dans le mobilier archéologique, on ne trouve que très rarement des indices sur ces traitements. Pourtant, l'atelier d'orfèvrerie était certainement équipé de roches abrasives massives ou en poudre. Nous pouvons mentionner le probable réemploi comme outil abrasif d'un fragment de hache en pierre découvert dans l'ensemble de Baiões, Viseu (Armbruster 2000, pl. 30). D'autres pierres, tels des exemplaires du dépôt de Gévelard, Saône-et-Loire, de l'ensemble de Lusmagh, Co. Offaly (fig. 41, n° 9, p. 56), ainsi que d'autres découvertes répertoriées comme des aiguisoirs, pourraient avoir eu une fonction dans le travail de finition (Thevenot 1998 ; Eogan 1983a, 321, fig. 105b, n° 9). Citons aussi une découverte faite dans une



Fig. 62 - Pince en bronze du dépôt de Freixianda, Santarém (d'après Vilaça et al. 2012, fig. 2b).

tombe de “métallurgiste” de la fin du Néolithique en Allemagne, où plusieurs pierres abrasives de différents grains ont été trouvées (Campen 2001) ; par analogie avec des “émeris”, elles sont interprétées comme des outils adaptés à des étapes de finition d'objets en métal ou bien en os ou en bois.

## IX. Des ensembles cohérents

Plusieurs dépôts d'Europe occidentale regroupent maints ustensiles de métallurgistes, parmi lesquels des outils pour le travail en déformation plastique. Les trouvailles les plus significatives sont les ensembles français de Fresné-la-Mère, Calvados, et de Gévelard, Saône-et-Loire (Thevenot 1998), ainsi que le dépôt irlandais de Bishopsland, Co. Kildare (Eogan 1983a, 226, fig. 10).

Dans le dépôt de Fresné-la-Mère (Northover 1999, fig. 14 ; Marcigny *et al.* 2005, 90, n° 73), des éléments d'outillage en bronze ont été trouvés, dont une enclume complexe à positions multiples et un marteau à douille (fig. 43, p. 58). Ils étaient associés à un bracelet de section circulaire non décoré et à un torque de section cruciforme aux extrémités à tampons en or. De plus, ce dépôt comprend un rasoir, une pointe de lance à longue douille, un outil à douille avec lame courbe et une lame tranchante en bronze courbée à une extrémité. L'enclume et le marteau ont pu servir à la fabrication des objets en or du même dépôt. Cette combinaison d'objets en or et d'outils en bronze est unique en Europe occidentale.

Le dépôt de Gévelard, découvert en 1975, contient des marteaux à douille, une bigorne, des petites enclumes, des poinçons décoratifs, des ciselets, un dé à rainures en bronze, un marteau en pierre, une pierre abrasive, la valve d'un moule en bronze destiné à la coulée d'anneaux, ainsi que d'autres objets probablement liés au travail du métal (fig. 35, p. 52). Ce dépôt d'une cinquantaine d'objets présente la particularité de rassembler un grand nombre d'outils de métallurgiste correspondant à une remarquable variété de fonctions (Bonnamour, Thevenot 1989 ; Thevenot 1998).

Le dépôt de Bishopsland, Co. Kildare (fig. 36, p. 53), représente une trouvaille très significative de l'Irlande (Eogan 1983a, 226, fig. 10). Plusieurs éléments de ce dépôt font partie de l'outillage de métallurgiste : une enclume à fonction multiple, trois marteaux à douille de différentes tailles, trois ciselets et un probable étau à main. Ces outils étaient associés à des anneaux, des fragments de lame de scie, une faucille, une pince à épiler, un élément de crochet à viande et d'autres fragments en bronze.

L'ensemble d'outils de Lusmagh, Co. Offaly, dont l'association n'est pas assurée et le contexte de découverte inconnu, consiste en quatre outils de métallurgiste : deux marteaux à douille, une petite bigorne et une pierre abrasive (fig. 41, p. 56). Ils ont été déclarés comme associés à cinq autres objets en bronze, dont une gouge et deux ciseaux (Eogan 1983a, 193, fig. 107, B). La petite taille de l'enclume fait particulièrement songer à un instrument exclusivement utilisé en orfèvrerie.

Un petit nombre d'ustensiles de métallurgiste (fig. 54b, p. 64) fait partie du grand dépôt de Larnaud, Jura ; trouvé en 1865, il comprend environ 1 800 individus (Coutil 1914). Il s'agit d'un assortiment de pointeaux, de ciselets, d'un marteau à douille, de deux poinçons décoratifs et d'un dé à emboutir (Armbruster 2008). Le marteau à douille de ce dépôt a une forme particulière, car il ne correspond pas aux autres exemples français. Sa forme droite sans décor et avec une table de frappe légèrement courbe le rapproche du marteau du dépôt de Schinna, Niedersachsen, Allemagne (Jacob-Friesen 1940). Cet ensemble allemand d'objets en bronze consiste en trois valves de deux moules en deux pièces pour la coulée de haches à douille et de faucilles, ainsi que d'un torque torsadé.

Le dépôt de Thiais, en région parisienne, France, regroupe un marteau à douille, deux valves de deux moules en bronze pour la coulée de haches à douille, deux noyaux en bronze pour la coulée de haches ou de marteaux à douille ; ces outils sont associés à des bracelets et à d'autres objets en bronze (Mohen 1977, 164-165 ; Gaucher 1981, 418-419, n° 7505, fig. 136, D1). Le lourd marteau a une arête médiane de l'extrémité distale très arrondie. Il s'agit d'une pièce peu soignée avec des bavures de moulage très apparentes.



Fig. 63 - Décors concentriques réalisés à l'aide d'un dispositif tournant : a. Herdade da Corte, Beja ; b. Sintra, Lisbonne ; c. Ickleton, Cambridgeshire ; d. Guînes, Pas-de-Calais ; e. Vix, Côte-d'Or.

## X. Des dispositifs rotatifs

L'utilisation de certains instruments pour la réalisation d'objets en or est attestée par les traces laissées par les outils sur les ouvrages d'orfèvrerie de l'âge du Bronze en Europe occidentale. Les dispositifs sont absents du mobilier archéologique, cependant on peut déduire leur existence à partir des produits en or ; parmi eux figurent le tour et le perceur à archet ou la drille.

Le tour et la drille ont été utilisés en orfèvrerie de l'âge du Bronze en Europe atlantique, notamment lors de la fabrication d'objets dont la forme est obtenue à partir d'une surface de révolution, plaques circulaires ou objets cylindriques, portant des décors concentriques et réguliers (Armbruster 2004c). Les traces d'outils et les formes des objets prouvent sans équivoque l'utilisation d'instruments rotatifs (fig. 63). Pourtant ce genre d'outillage n'existe pas dans les vestiges archéologiques. Les bracelets et bagues cylindriques du type "Villena-Estremoz" (fig. 68) ou encore les "candélabres" du type "Lebrija" (fig. 191, p. 189) sont des exemples de la mise en œuvre de cette catégorie d'outillage (Armbruster 1995a ; Perea 2000). Les terminaisons et les éléments ornementaux à décor concentrique de torques et de bracelets ont été également réalisés à l'aide d'un tour. Les torques de Guînes, Pas-de-Calais (fig. 157, p. 153), d'Ickleton, Cambridgeshire, Angleterre (fig. 63c), de Sintra, Lisbonne (fig. 63b et 176, p. 172), ou encore les bracelets de Torre Vã, Beja, Portugal (fig. 178, p. 174) sont des objets significatifs de cet emploi du tournage en orfèvrerie. Les grands bijoux irlandais, les *gorgets*, portent eux aussi des éléments à décor concentrique faits à l'aide d'un dispositif rotatif, cette fois sur de la tôle (fig. 222, p. 223). Un reflet de cette technologie et de cette typologie de torques atlantiques se retrouve dans l'orfèvrerie de l'époque de Hallstatt en Bourgogne, où les extrémités du torque de la *dame celtique de Vix*, Côte-d'Or, France, sont décorées d'un motif concentrique (fig. 63e) (Armbruster 2003b).

### A. Le tour

Le tour est une machine utilisée dans la fabrication d'objets pleins ou creux, en matières plus ou moins dures comme le bois, l'ivoire, l'os, l'ambre ou la cire, et dont la forme est de révolution. À l'âge du Bronze, l'usage du tour est attesté pour la préparation de



Fig. 64 - Expérimentation : cylindre en argile et modèles en cire.

modèles en cire destinés à la coulée de l'or à la cire perdue (fig. 64) ; il est aussi utilisé pour la finition d'objets coulés à l'aide d'abrasifs (Armbruster 2004c). Il s'agit donc d'un usage du tour sans enlèvement de copeaux pour le métal, mais cela est possible pour la cire. Celle-ci doit avoir des propriétés mécaniques suffisantes pour résister aux forces dues à la rotation, et ne pas être déformée, tout en étant moins dure que l'outil coupant avec lequel on la travaille. Cet outil peut être posé sur un support pendant qu'il enlève de la matière. Sur les tours à rotation alternative, le travail de coupe n'est évidemment possible que dans un sens de rotation. Le principe du tournage du modèle en cire destiné à la coulée à la cire perdue est connu pour la fabrication de récipients, de gongs, de cloches ou encore des canons (Childe 1954 ; Mullens 1973 ; Feugère, Gérold 2004).

Le tour est obligatoirement un dispositif à plusieurs composants ; il est au moins constitué de deux supports fixés sur une base maintenant un axe de rotation horizontal (fig. 66) ; un éventuel troisième support – généralement situé entre les deux précédents – peut servir à poser l'outil coupant tenu par la main du tourneur (fig. 65 et 67) (Mutz 1972). Comme décrit pour les forets, l'axe du tour est mis en rotation alternative par un cordon ou un archet (fig. 12c, p. 25 et 67). Le cordon peut être manipulé par un artisan pendant qu'un deuxième opère le tournage (fig. 65 et 66) ; il peut aussi être fixé à une perche élastique en bois et à une pédale qui actionne le tour (Hilton-Simpson 1924, pl. D ; Coghlan 1951, pl. 2, 2), permettant ainsi à l'artisan

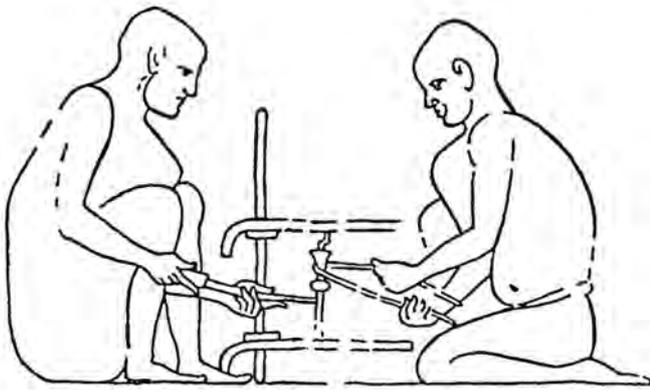


Fig. 65 - Représentation graphique dans le tombeau de Petosiris d'un tour égyptien du III<sup>e</sup> s. a.C. (d'après Lefebvre 1924, pl. 10).

de travailler avec les deux mains mais sans assistant. Un tour expérimental de ce type a été reconstruit par H. Drescher selon les représentations iconographiques médiévales du livre *Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüder-Stiftung* (Drescher 1985, 165, fig. 38 et 40). Il existe un type de tour où l'axe de tournage dépasse un des deux supports (fig. 66) ; le but est de tourner des objets creux, comme de la vaisselle, ou de recevoir un outillage spécifique, une meule par exemple (Rieth 1939, 102, fig. 19).

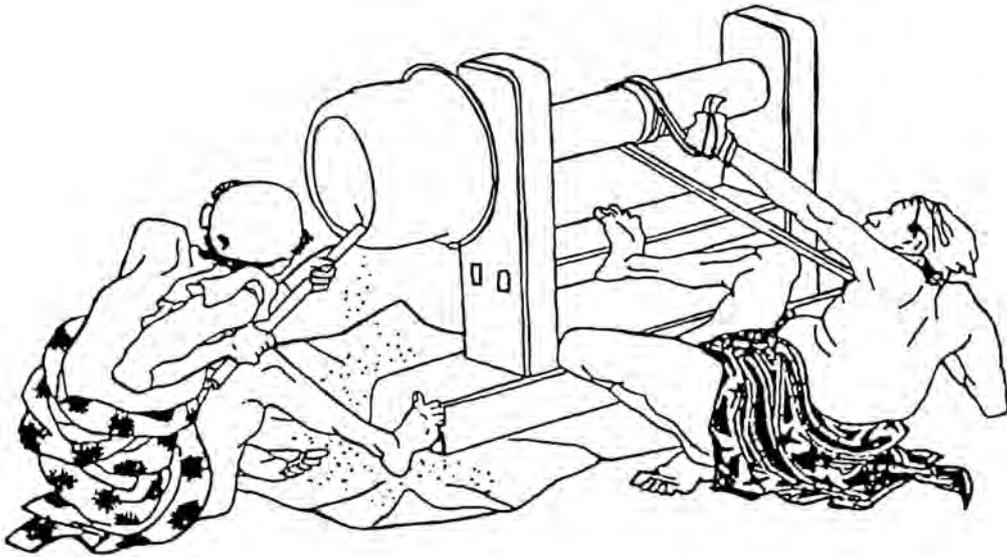


Fig. 66 - Tour japonais actionné par une corde (dessin de Hokusai 1760-1849, d'après Mutz 1972, fig. 13).

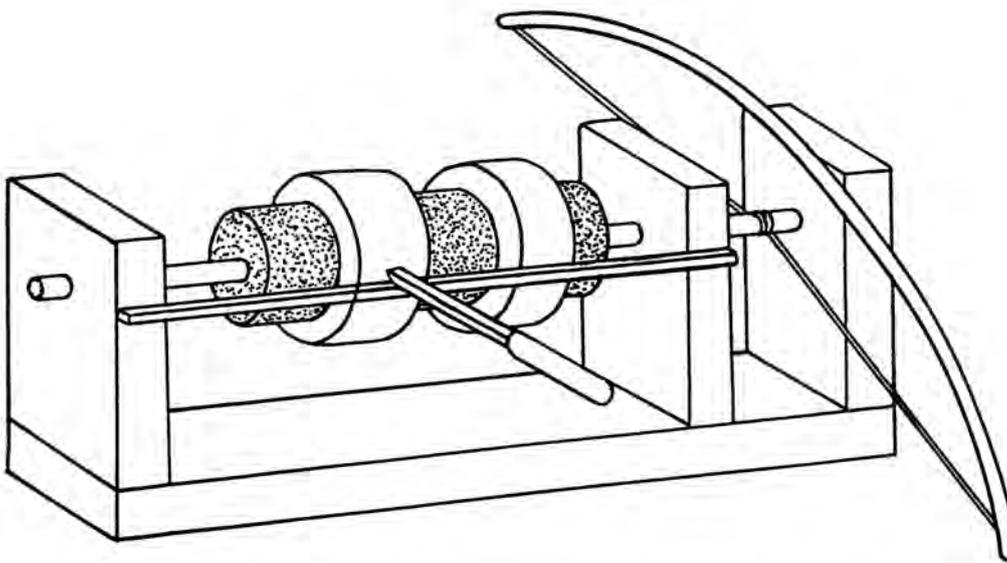


Fig. 67 - Reconstruction d'un tour à archet avec support pour l'outil coupant.

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

Le tournage le plus ancien appliqué aux matériaux comme le bois, l'ivoire, l'ambre, la pierre et le bronze, réalisé en Europe centrale, a longtemps été daté du premier âge du Fer (Drescher 1980, 59). La première représentation graphique connue d'un tour, visible dans le tombeau égyptien de Petosiris III, est datée du III<sup>e</sup> s. a.C. (fig. 65). Jusqu'aux années 1990, aucun élément ne permettait de confirmer le recours au tournage dans l'orfèvrerie de l'âge du Bronze et de l'âge du Fer. Maintenant, l'utilisation du tour est attestée à l'âge du Bronze, non seulement pour l'orfèvrerie mais aussi pour le travail des alliages à base de cuivre (Armbruster 1993b ; Picod, Mordant 2004 ; Armbruster, Pernot 2006). Il est cependant actuellement impossible de préciser si le tour s'est développé à partir du concept de la drille ou du perçoir à archet et quels types étaient en usage. Sur la péninsule Ibérique, le tournage appliqué à l'orfèvrerie du type "Villena-Estremoz" datant de l'âge du Bronze final précède la céramique tournée et, de ce fait, démontre que le tour à axe horizontal n'a pas été inventé à partir du tour de potier.

### B. La drille ou le foret à archet

L'utilisation d'un dispositif rotatif à axe vertical est déduite des marques d'outils laissées sur des bracelets en or du type "Villena-Estremoz" (fig. 68). Des traces concentriques sur les pointes coniques en or indiquent l'usage d'une mèche creuse ; cet outil, vraisemblablement en pierre, a abrasé la surface rugueuse des

petits cônes issus de la coulée pour l'uniformiser et la lisser. L'instrument que l'on peut reconstruire à partir de ces traces est très semblable au perçoir à archet ou à la drille (fig. 69).

Le verbe *forer* décrit la réalisation de cavités ou de perforations circulaires dans des matières dures à l'aide d'un instrument rotatif. C'est une opération coupante ou abrasive, qui se distingue du procédé de perçage à l'aide d'une pointe conique qui repousse la matière par déformation plastique. La perforation de matériaux d'une certaine dureté est bien connue sur des perles en os, des bâtons en bois de cerf ou des

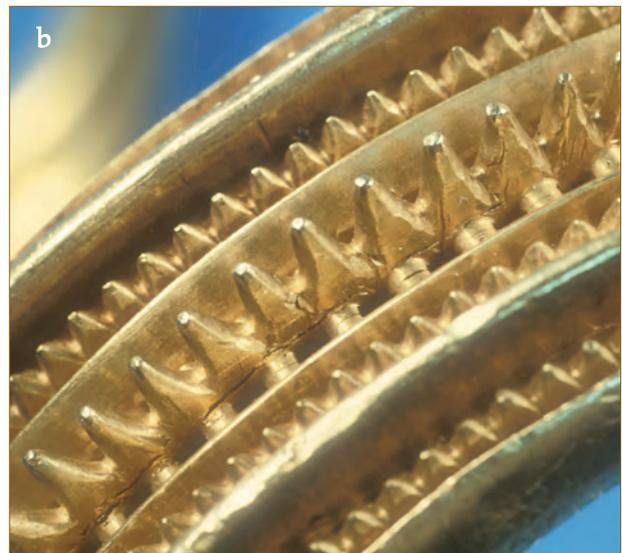


Fig. 68 - a. Bracelets du dépôt de Villena ; b. Séries de pointes décoratives.

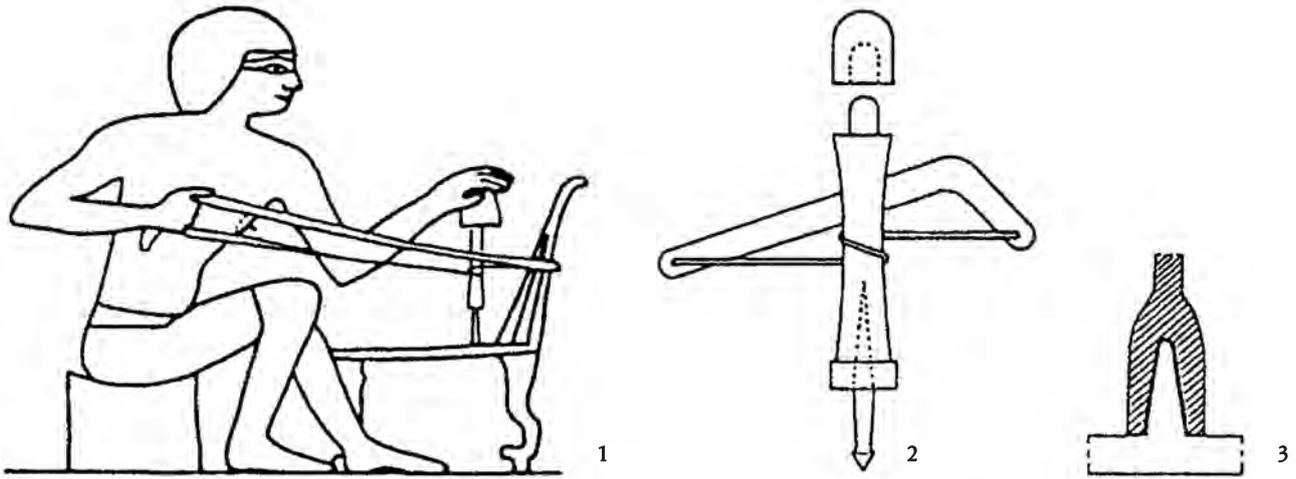


Fig. 69 - 1 et 2. Utilisation d'un foret à archet selon une représentation égyptienne (d'après Scheel 1989, fig. 58a) ; 3. Schéma de reconstitution d'un dispositif rotatif et d'une mèche creuse (d'après Armbruster 2004, 54).

haches préhistoriques en pierre (Feldhaus 1965, 112, fig. 76 ; Drescher 1978, 189). En dépit de l'existence d'instruments rotatifs à l'âge du Bronze, la plupart des trous réalisés sur des produits en or ont été obtenus par déformation plastique. Pourtant, tous les percages dans l'or ne sont pas réalisés par ce seul procédé. On trouve, par exemple, des perles dont la perforation a été réalisée par un noyau pendant la coulée.

Quatre types de dispositifs sont illustrés sur des représentations graphiques dans des tombes égyptiennes ou sur des vases grecs peints : le foret à main, un autre instrument à creuser des récipients, le foret à cordon ou encore le foret à archet. Les premières représentations connues d'un dispositif pour perforer et creuser des récipients en pierre datent du III<sup>e</sup> millénaire a.C. et sont visibles dans des tombes égyptiennes (Childe 1954, fig. 117 ; Drescher 1978, 190, fig. 48a-c ; Zimmer 1982, 9 ; Born 1989, 120-122 ; Scheel 1989, fig. 58a).

L'extrémité supérieure de l'axe de rotation du foret à cordon ou à archet est tenue par un palier (ou une crapaudine) en forme de calotte pourvue d'une cavité servant de support de rotation à la tige verticale. Le palier transmet la pression de la main à la partie supérieure et permet de diriger l'axe rotatif. L'autre extrémité est munie d'une pointe de foret ou d'une pointe qui travaille par abrasion. Le palier peut être tenu par une main ou par la bouche (Childe 1954, fig. 145). L'axe est mis en rotation soit par un cordon, enroulé autour de l'axe et manipulé par une deuxième personne, soit par un cordon enroulé autour de l'axe et fixé à un archet. Le foret à archet,

utilisé horizontalement comme un archet de violon, peut être manipulé par une seule personne.

## XI. Les principales techniques de formage et d'assemblage

Plusieurs techniques observables sur les objets en or de l'âge du Bronze ont déjà été mentionnées lors de la description des outils, notamment la coulée du lingot, la coulée à la cire perdue ou la décoration par ciselure. Nous mentionnerons ici d'autres pratiques employées pour la fabrication de tiges, de fils, de plaques et de tôles par martelage, ainsi que des techniques d'union à froid ou à chaud.

### A. Le martelage de tôles et de tiges

Dans la catégorie technique du travail de martelage, les orfèvres de l'âge du Bronze connaissent avant tout la fabrication de tôles (donc de produits plats dont la surface présente des dimensions bien plus grandes que l'épaisseur), et la confection de tiges et de fils (des produits longs). La déformation plastique par martelage sert dans la mise en forme de pré-produits et d'objets finis ; cependant dans certains cas, elle a pour but d'écrouir – donc de durcir – le métal pour des raisons fonctionnelles.

Des tôles sont réalisées à partir d'un lingot coulé, en forme de barre ou de plaque, par des passes de

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

déformation successives, toujours accompagnées de recuits (fig. 70). Le martelage sert à la fabrication de tôles planes mais aussi de rubans ou de rondelles, comme des diadèmes, lunules, disques solaires, etc., ainsi qu'à celle de formes creuses, comme des vaiselles ou des bracelets toriques (Loosli *et al.* 1985, 88-90). Parmi les objets en or, on rencontre des tôles d'épaisseurs très diverses ; sur des exemples portugais, les mesures indiquent : 2 mm pour le collier rubané du dépôt d'Àlamo, Beja ; 0,6 mm pour le disque décoratif de Ninho do Açor, Castelo Branco ; 0,35 mm pour les disques de Cabeceiras de Basto, Braga ; des tôles très fines, de moins de 0,1 mm, comme celles fixées sur les épingle en bronze de Ballytegan, Co. Laois, Irlande, ou sur des *hair-rings* (fig. 82 ; 117, p. 115 et 200, p. 195), sont également observées.

Nombre de bijoux de l'âge du Bronze sont fabriqués à partir de tiges martelées, dont des bracelets et des torques de plusieurs types ; nous ne pouvons considérer ici que quelques groupes exemplaires (Eogan 1994, 127-134, 148-158 ; Needham 1990b). Les tiges de ces bijoux annulaires peuvent avoir des sections de formes diverses et variées : circulaires, ovales, lenticulaires, carrées, rectangulaires, losangiques, rubanées, plano-convexes, cruciformes, ou à trois lamelles. Outre les tiges, les extrémités de ces bijoux sont souvent mises en forme par martelage. Des ébauches, des pré-produits de bracelets et des torques témoignent, par les traces d'outils qui subsistent, du travail du marteau sur l'enclume (fig. 71 et

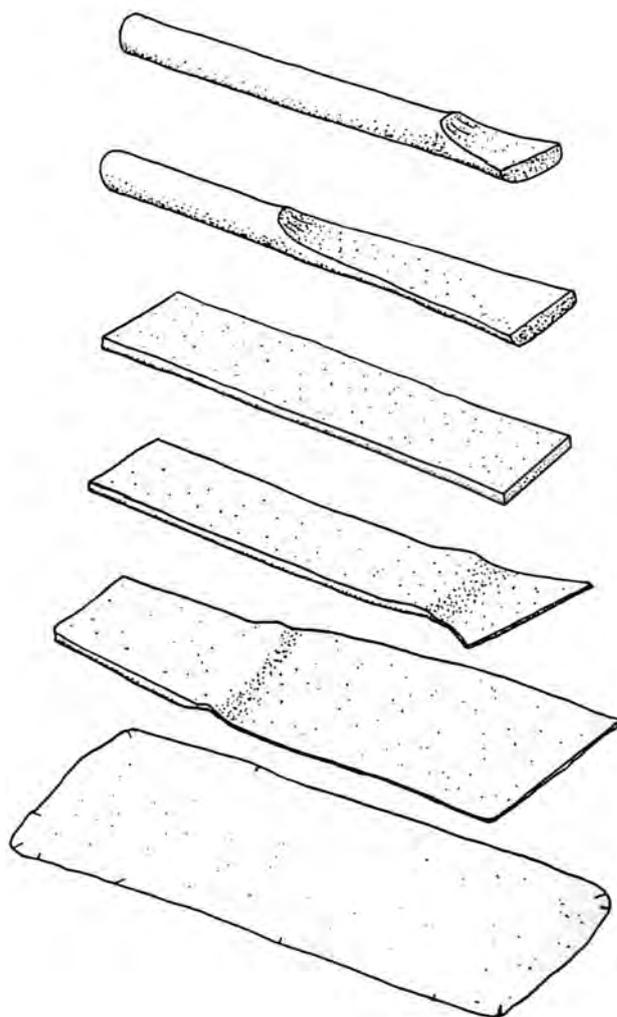


Fig. 70 - Schéma d'une série d'étapes de la fabrication d'une tôle (d'après Nicolini 1990, pl. 217).



Fig. 71 - Ébauches du dépôt de Saint-Babel, Puy-de-Dôme, France.

73). Les aspects technologiques de la fabrication de tiges martelées spécifiques, par exemple de section cruciforme, seront décrits plus loin dans les paragraphes concernant de tels bijoux.

Les fils sont rares dans le mobilier en or de l'âge du Bronze en Europe atlantique (Cahill 2010), pourtant les exemples de fils connus témoignent de tout un éventail de variantes de leur section : ronde, carrée, triangulaire, lenticulaire, plano-convexe, rectangulaire et même cylindrique creuse. Le collier de fil du dépôt de Derrinboy, Co. Offaly, Irlande, est un exemple de travail hors du commun : un très long fil de section

plano-convexe est enroulé autour d'une âme de matière organique (fig. 72).

À l'âge du Bronze, la fabrication de tiges et de fils exploite essentiellement le martelage d'un lingot coulé. Dans un long travail, fait entre marteau et enclume, les dimensions transversales de la pièce en cours de déformation diminuent alors que la longueur augmente puisque le volume de matière reste inchangé. La section est conservée de forme carrée jusqu'à l'obtention de la dimension désirée du fil ; ensuite elle peut être transformée pour devenir polygonale ou circulaire (fig. 74), ou bien encore

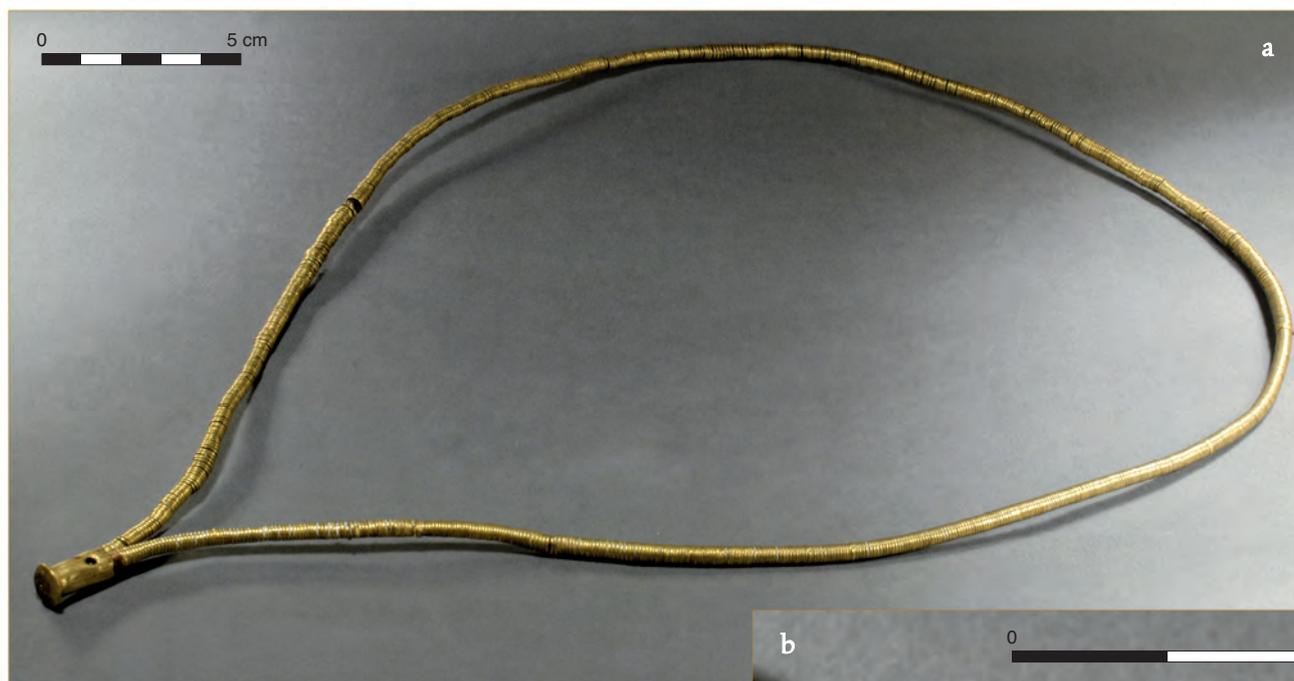


Fig. 72 - Collier de fil du dépôt de Derrinboy, Co. Offaly : a. Vue générale ; b. Détail.



Fig. 73 - Détails de l'ébauche de Monte Airoso, Portugal, avec des facettes de martelage.

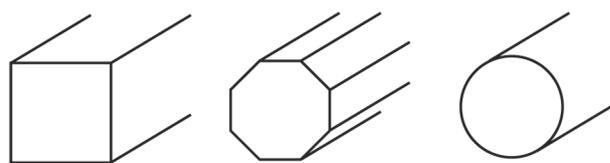


Fig. 74 - Schéma des étapes principales de la fabrication de tiges ou de fils par martelage.



Fig. 75 - a. Martelage de fils dans un atelier d'orfèvrerie au Mali ; b. Utilisation du cambroir pour obtenir un fil de section plano-convexe.

triangulaire, plano-convexe, voire plate. Un fil d'un diamètre d'environ un millimètre peut ainsi être facilement obtenu. Un dé à rainures, ou cambroir, est utilisé pour réaliser des fils de section triangulaire ou plano-convexe et peut aider dans le façonnage de fils ronds (fig. 52b, p. 63 et 75).

Parmi les fils fins qui apparaissent à l'âge du Bronze final, certains portent des stigmates hélicoïdaux montrant qu'ils ont été obtenus par torsion d'une fine bande (fig. 76). Une telle bande peut être obtenue à partir d'une tôle mince par découpe à l'aide d'un ciselet tranchant ; elle est ensuite torsadée par roulage sur une surface rigide et plane à l'aide d'un objet lourd et également plan. Cette technique bien connue a été abondamment étudiée pour l'orfèvrerie de l'Antiquité (Oddy 1981). On ne connaît que peu de fils très fins sur les objets en or de l'âge du Bronze final ; cependant, des traces hélicoïdales évoquent précisément cette technique sur des *bullae* ou des *lock-rings* (fig. 216, p. 217). La proposition faite de l'existence de filières à l'âge du Bronze, fondée sur deux objets en bronze perforés du dépôt d'Isleham, Cambridgeshire, Angleterre, ne nous semble pas devoir être retenue ; d'une part ces objets portent des perforations en trop petit nombre et de trop grand diamètre, d'autre part l'examen des trous intacts rend improbable l'idée de leur utilisation pour la fabrication de fils.

## B. Les techniques d'assemblage à froid

On distingue plusieurs techniques d'union de pièces dans le mobilier en or de l'âge du Bronze, dont des procédés à froid, exploitant la déformation plastique, et d'autres à chaud, impliquant la fusion ou la diffusion. Avant l'introduction de la soudure, la fabrication de la plupart des productions en orfèvrerie utilisait uniquement la coulée ou le martelage à partir d'une seule pièce. Cependant un petit nombre d'objets composés de plusieurs pièces existe ; les assemblages ont été réalisés par rivetage, accrochage, pliage ou emboîtement, donc à l'aide de déformations plastiques. Ce n'est qu'à partir du Bronze moyen que la coulée additionnelle (ou secondaire) a été inventée comme moyen de montage de plusieurs éléments, avant que la soudure ne fasse son apparition au Bronze final.

### 1. Liens passant par des perforations

Les fonctions des perforations qui existent sur les objets en or se divisent en différentes catégories. Un perçage pouvait servir à enfiler, à suspendre ou à fixer une pièce sur un support. Par exemple, des petites hélices annulaires ou cylindriques ainsi que toutes sortes de perles ont été conçues pour être enfilées sur un fil ou une âme (Éluère 1977, 391-395 ; Cahill 2004b) ; pour d'autres éléments de parures, comme les *disques solaires* du Bronze ancien, les perforations servaient à les coudre sur une matière souple (textile)

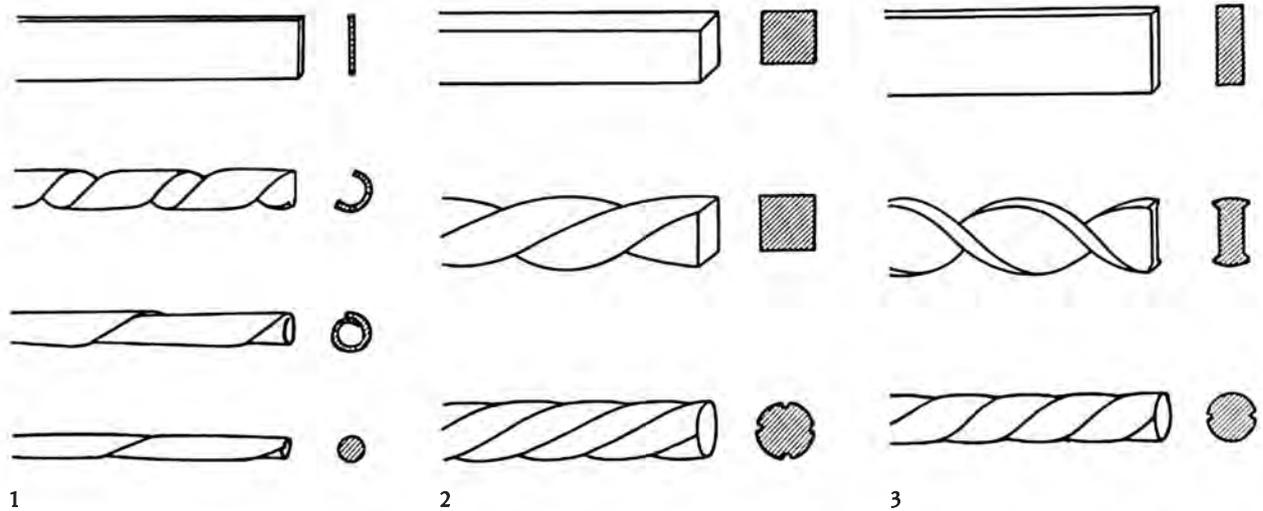


Fig. 76 - Représentation schématique de différentes techniques de fabrication de fils par torsion qui conservent ainsi des stigmates hélicoïdaux (d'après Formigli 1993).

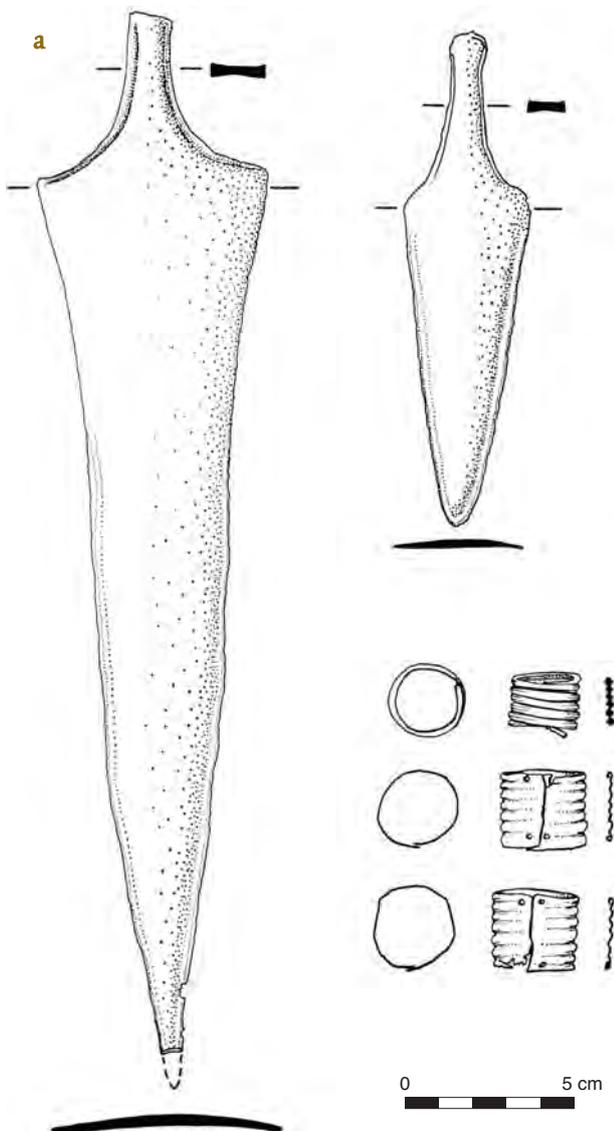


Fig. 77 - Ciste funéraire d'Àtios, Porriño (Bronze ancien) : a. Ensemble du contenu (d'après Harrison 1974, fig. 1) ; b. Cylindres cannelés en tôle avec perforations de fixation ; c. Lannilis, Finistère, France : petits clous de décoration par incrustation d'un manche de poignard.

ou ferme (cuir) (**fig. 7b**, p. 20 et **112 à 116**) (Case 1977).

Certains disques décorant les *gorgets* du Bronze final sont fixés sur les extrémités de la pièce principale du bijou à l'aide de fils d'or (Cahill 1995, 66, pl. 13). Il existait aussi des petits éléments en fil d'or prévus pour être cloués sur un support en bois dur pourvu de petits trous, en particulier sur des manches de poignards du Bronze ancien en Armorique et dans le Wessex (**fig. 77c**) (Corfield 2012 ; Needham *et al.* 2015, 243, fig. 6.2.4). C'est notamment le cas pour des décorations de poignées d'armes, comme les cylindres cannelés en tôle contenus dans la ciste funéraire d'Àtios, Porriño, Espagne (**fig. 77a et b**), ou la monture en deux pièces du tumulus de Ridgeway, Weymouth, Dorset, qui a même conservé les petits clous de fixation (Armbruster 2000, pl. 12, 4-6 ; Taylor 1970a). Il faut rappeler aussi dans ce contexte des bijoux pourvus de perforations qui avaient la fonction supposée de fermer le bijou autour du cou ou du bras à l'aide de fils en métal ou en matière organique (Armbruster 2000, 123, pl. 77). Le diadème rubané de la tombe de Quinta da Água Branca, Viana do Castelo, Portugal, est un exemple typique de ce genre de fermoir ; décoré de motifs géométriques, il est muni de trois perforations sur chaque extrémité, mais sur l'une d'elles, les perforations sont doublées parallèlement afin de permettre deux positions, donc deux diamètres différents (**fig. 78 et 100**, p. 102) (Armbruster, Parreira 1993, 36-39).

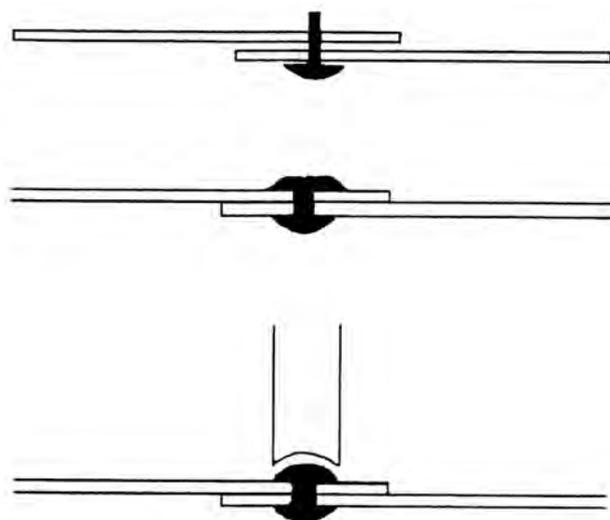
### 2. Le rivetage

Ce procédé consiste à lier deux éléments métalliques, préalablement perforés, à l'aide d'un troisième – le rivet – qui est une tige métallique munie d'une tête dont on refoule l'autre extrémité (**fig. 79**) ; mais des rivets sont présents dans le mobilier archéologique sous diverses formes.

Des rivets en or sont utilisés pour des objets de prestige. C'est le cas du poignard d'El Cerro del Castillo de Alange, Badajoz, Espagne, dont la lame en bronze, un recouvrement en tôle et un rivet en or sont conservés (Soldevila 1997, 39). Des rivets en or servent aussi à fixer une anse plate à un gobelet dans le cas de ceux de Rillaton, Cornwall (**fig. 80 et 146**, p. 142), et de Ringlemere, Kent, Angleterre, ou bien une anse filiforme pour la tasse de Paimpont, Ille-et-



**Fig. 78** - Fermoir à deux positions du diadème rubané de la tombe de Quinta da Água Branca, Viana do Castelo (Bronze ancien).



**Fig. 79** - Schéma d'un rivetage (d'après Hodges 1964, fig. 13).



**Fig. 80** - Détails des rivets du gobelet à anse de Rillaton, Cornwall.

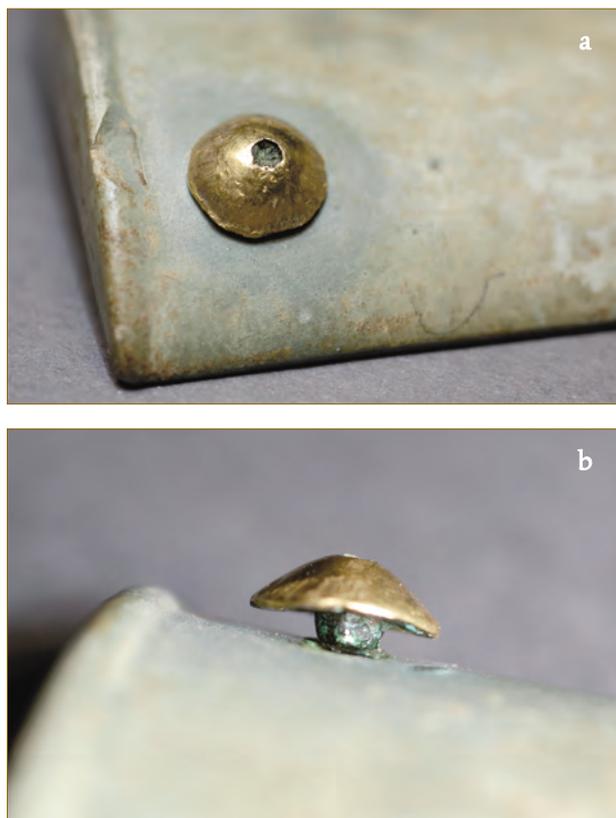


Fig. 81 - Exemple de rivets décoratifs placés sur le brassard de Culduthel Mains, Inverness : a. Vue de dessus ; b. Vue de profil.



Fig. 82 - Imitation de rivets sur le brassard d'archer de Vila Nova de Cerveira : a. Vue de l'avant ; b. Vue du revers.

Vilaine (fig. 60f, p. 70) (La Niece 2006, fig. 5 ; Joffroy 1974). On peut observer un petit détail intéressant sur les deux gobelets britanniques : des petites tôles losangiques, placées sous la tête des rivets, renforcent la fine tôle du bord du récipient (fig. 80) (Armbruster 1999b, 241, fig. 13-14 ; Needham 2006, couleur pl. 1). De même, plusieurs grands rivets tiennent ensemble les trois joncs de section cruciforme du grand bijou du dépôt de Guînes, Pas-de-Calais (fig. 179, p. 175).

Un rivetage ornemental, seulement destiné à apporter des éléments de décor, est aussi observé ; le brassard d'archer en pierre de Culduthel Mains, Inverness, Écosse, orné de rivets en bronze recouverts de tôle d'or (fig. 81 et 96a et b, p. 98) en est un exemple. Les quatre appliques décoratives du triple torque de Sintra, Lisbonne, qui forment les têtes de rivets décoratifs (fig. 176c et d, p. 172), en sont un autre. Chaque applique, en forme de petite coupe avec des motifs concentriques en relief et une pointe centrale ainsi que la tige du rivet, est faite d'une seule pièce obtenue par coulée à la cire perdue, le modèle en cire ayant été façonné au tour. Ces pièces purement décoratives sont rivetées sur un jonc de torque massif préalablement perforé.

On rencontre aussi des imitations de rivets. Cette troisième catégorie concerne des objets de représentation ou rituels dont la fonction initiale du rivetage n'a plus de sens et n'a survécu que par des imitations. De tels rivets sont présents sur le brassard d'archer de Vila Nova de Cerveira, Viana do Castelo, Portugal (fig. 82) (Armbruster, Parreira 1993, 148-151), ou sur le recouvrement en tôle d'or de la poignée d'un poignard du mobilier funéraire de Herdade de Sardoninho, Beja, Portugal (fig. 99, p. 102) (Armbruster, Parreira 1993, 44-49). Dans les deux cas, les éléments imitant des rivets ont été travaillés par ciselure, donc par déformation plastique.

### 3. L'emboîtement ou sertissage

L'emboîtement est une technique de liaison qui doit toujours être adaptée précisément à la morphologie de l'objet. Le plus souvent, il s'agit de solidariser deux pièces de tôle en repliant le bord de l'une sur le bord de l'autre. Parfois, en plus des éléments en tôle, un fil d'or ou de bronze est introduit dans le pli pour raidir ce bord. De plus, sur un même objet peuvent apparaître deux emboîtages différents ; par

## L'orfèvre, son savoir-faire et son atelier

exemple, sur le *lock-ring* de la **figure 83a**, l'un tient ensemble les rebords externes des deux pièces du bijou à l'aide d'une sorte de tube rapporté (**fig. 83b**), l'autre consiste en un cylindre en tôle dont les bords se superposent et s'enroulent sur les bords internes du bijou (**fig. 83c**) (Eogan 1969, 95, fig. 1).

Des montages emboîtés se rencontrent également sur les extrémités décoratives de *gorgets* (**fig. 83d et e**) ; leurs extrémités consistent en des tôles discoïdales décorées, dont chacune est composée de deux disques liés soit par simple emboîtement avec un des bords repliés, soit par un tube en U rapporté. L'emboîtement est aussi utilisé pour des "boîtes" et "bobines", deux types d'écarteurs d'oreilles, afin de tenir ensemble un cylindre et des disques (**fig. 220**, p. 221) (Powell 1973, 7, fig. 2). Un assemblage similaire a été observé sur les découvertes de Ballinesker, Co. Wexford, Irlande (Cahill 1994a, fig. 2-5).

Mentionnons finalement des perles creuses composées de deux coques en tôle, hémisphériques ou coniques emboîtées, comme celles de Cruttenclough, près de Castlecomer, Co. Kilkenny, Irlande (**fig. 83f**) (Armstrong 1920, 90, n° 386). Les grandes perles de Tumna, Co. Roscommon, Irlande, semblent fabriquées à la fois par emboîtement et par soudure (Cahill 2004b). Le grand bijou de Guînes, Pas-de-Calais (**fig. 157**,



**Fig. 83** - Montages emboîtés : a, b et c. *Lock-ring* d'Irlande (sans provenance précise) ; d et e. *Gorget* de Co. Clare ; f. Perle de Cruttenclough.

p. 153) (Armbruster, Louboutin 2004), est un autre exemple combinant plusieurs moyens d'union, en l'occurrence l'emboîtement, la soudure et le rivetage.

#### 4. Le pliage

Le pliage simple est présent sur des bijoux rubanés à lamelles découpées, nommés *gargantillas de tiras*. Sur certains exemples, les extrémités du ruban sont pliées en sens inverse pour pouvoir refermer le bijou autour du cou ou du bras. C'est le cas sur les *gargantillas de tiras* de Rondosse, Morbihan, France, d'Agolada, Pontevedra, Espagne, ou encore de Vale de Moinhos, Santarém, Portugal (Éluère 1982, 66, fig. 80 ; Armbruster *et al.* 2004a).

#### 5. L'accrochage

Les premiers témoins de parures à accrochage sont des petites appliques en tôle munies de perforations ou de rebords repliés (Éluère 1977, 395-396, fig. 5). Une reconstruction graphique nous suggère des façons de porter ces petits bijoux, accrochés aux vêtements ou fixés sur des lanières en cuir (Rodríguez de la Esperanza Manterola 2004, 194-196, fig. 5-6). L'accrochage entre deux pièces en or peut se faire par des crampons, des languettes ou d'autres sortes de protubérances sur un premier élément servant à l'accrocher sur des creux, des perforations ou des aspérités prévues sur le second élément. Sur le grand bijou de Guînes, Pas-de-Calais, des languettes en forme de petites bandes d'or, soudées sur des éléments décoratifs, s'accrochent dans les ouvertures d'un tube structurant une partie de l'objet. Normalement ces accrochages, dont la fonction est de tenir plusieurs éléments ensemble, sont invisibles de l'extérieur (fig. 157, p. 153).

Il existe aussi à l'âge du Bronze des fermoirs à deux crochets ; bien évidemment, ils sont prévus pour ne fixer que temporairement le bijou autour du cou ou du bras. Les torques en tiges (*bar-torcs*) et les torques à rubans (*ribbon-torcs*) possèdent ce type de fermoir (fig. 84). Les fermoirs des torques de type "Coimbra" sont plus élaborés ; ils consistent en une pièce filiforme rapportée et accrochée dans deux petits crochets, ou encore retenue sur un côté par un œillet (fig. 173, p. 169). Les fermoirs décorés sur des pièces uniques, comme le torque de Sintra, Lisbonne, ou le

collier rubané du dépôt d'Àlamo, Beja, sont particulièrement raffinés (fig. 85). Enfin, il existe des fermoirs complexes encastrés à tenon et mortaise sur quelques torques du type "Sagrajas-Berzocana", comme l'illustrent le double torque du dépôt de Sagrajas, Badajoz, Espagne, et le triple torque d'Àlamo, Beja (fig. 86).

Il faut enfin mentionner l'accrochage de bijoux directement sur le corps. Les *hair-rings* étaient vraisemblablement accrochés par pression sur la cloison



Fig. 84 - Fermoirs à crochets des torques du dépôt de Towednack, Cornwall, Angleterre, avec des terminaisons fixées par coulée secondaire.



Fig. 85 - Fermoirs plats à crochets du Portugal : a. Torque de Sintra, Lisbonne ; b. Collier rubané du dépôt d'Àlamo, Beja.



Fig. 86 - Fermoirs encastrés avec tenons et mortaises : a. Double torque du dépôt de Sagrajas, Badajoz ; b. Triple torque d'Àlamo, Beja.

nasale à l'aide d'une pince ; il en était de même pour les boucles d'oreilles accrochées au lobe de l'oreille. Les écarteurs en forme de bobines ou de cylindres ont été fixés dans le lobe distendu et les petits bijoux lourds, les poids d'oreilles ou *sleeve-fasteners*, y ont aussi été suspendus (Cahill 2001). Restent à trouver la façon d'accrocher et le lieu précis du port pour certaines catégories de bijoux ; ce sont les dites boucles d'oreilles à corbeille et les *lock-rings*, dont on suppose une fixation dans les cheveux, ou les *dress-fasteners*, prétendument aptes à fixer des étoffes, mais en général trop grands et trop lourds pour cet effet.

### 6. L'incrustation

En dernier lieu, des incrustations réalisées à froid appartiennent aussi à ce groupe technique de liens mécaniques. L'incrustation de clous, de fils, de rondelles, de tôles ou encore le recouvrement en tôle d'or sont des modes de décoration basés sur une union à froid, employés à l'âge du Bronze. Les liens à froid sont purement mécaniques et fonctionnent par accrochage ; dans la majorité des cas, l'incrustation est effectuée avec une déformation plastique, ce que nous reverrons dans le paragraphe sur la polychromie. Des clous décoratifs placés dans le manche d'une arme en matière organique représentent un exemple classique ; mais on rencontre aussi des rondelles ou des fils incrustés dans le métal des lames de poignard ou d'épées, ou encore un recouvrement de pièces métalliques par une tôle d'or dans le cas d'épingles du type *sunflower* (fig. 200, p. 195) ou de petits anneaux, tels les *hair-rings* (fig. 199, p. 195). Il faut cependant noter que, récemment, une combinaison particulière de

liens par diffusion et par incrustation a été observée sur des *hair-rings* à décors de bandes alternées (Meeks et al. 2008).

### C. Les techniques d'union à chaud

Plusieurs techniques d'union qui requièrent de l'énergie thermique ont été proposées comme acquises dans l'orfèvrerie ancienne (Thouvenin 1973 ; Duval et al. 1989 ; Echt, Thiele 1995). La plupart des recherches menées dans ce domaine se réfèrent à des objets en or de l'Antiquité ; les ors de l'âge du Bronze ont été peu pris en considération. Les joints observés sur du mobilier de l'âge du Bronze en Europe atlantique relèvent de quatre grandes catégories : la coulée secondaire ; la soudure constructive ; la soudure appliquée à la décoration (granulation et filigrane) ; le lien par diffusion (*diffusion bonding*).

#### 1. La coulée secondaire

La coulée secondaire est la première technique de réalisation d'un lien constructif à chaud utilisée en Europe atlantique. Cette opération sert à lier deux ou plusieurs éléments métalliques, les extrémités d'une même pièce (fig. 87) ou des réalisations distinctes, ou bien à ajouter une pièce à une autre ; elle permet aussi de réaliser une réparation, par exemple de défauts de coulée. Malgré l'implication de la chaleur par la coulée de métal liquide, cette technique conduit le plus souvent à un assemblage mécanique, c'est-à-dire que les parties à joindre ne sont pas liées par une diffusion entre le métal *sur-coulé* et le métal *support*.

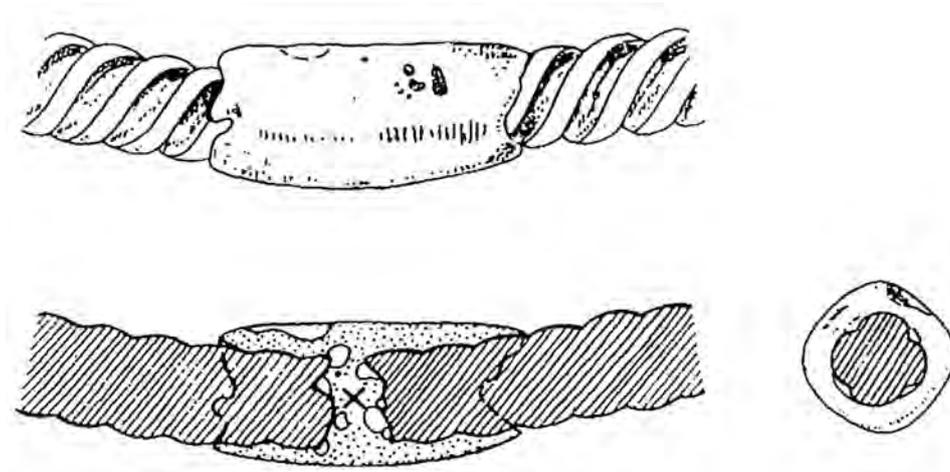


Fig. 87 - Exemple schématique d'une jonction réalisée par coulée secondaire (d'après Drescher 1958).

Ce procédé est généralement mis en œuvre avec la technique de la cire perdue (Drescher 1958). La pièce supplémentaire est réalisée en cire directement sur les parties métalliques existantes ; un canal de coulée est, bien sûr, prévu. L'ajout doit tenir sur l'objet initial de par sa forme, mais il peut aussi, par exemple, être muni d'encoches. L'ensemble est ensuite enrobé par de l'argile formant le moule. Comme cela a été décrit précédemment, la cire est fondue et évacuée, puis le métal liquide est versé ; dans les conditions habituelles, la pièce métallique initialement solide n'entre pas en fusion.

Cette technique a été identifiée sur des gobelets du dépôt de Caldas de Reyes, Pontevedra, pour la fixation d'anses et pour des réparations (Armbruster

1996). Elle apparaît clairement comme ayant une fonction constructive sur des bijoux, par exemple sur le bracelet d'Alcudia, Ciudad Real, Espagne (fig. 88) et le torque de Sintra, Lisbonne (fig. 176, p. 172). Cette même technique a été employée à des fins constructives et décoratives sur le bracelet de La Rochepot, Côte-d'Or, France, ou l'épingle du dépôt de Drissoge, Co. Meath, Irlande (Armbruster 1995b ; Devauges 1971 ; Eogan 1994, pl. 24). La coulée secondaire a été employée pour fabriquer des objets de formes complexes, constitués de plusieurs éléments ; certains torques (fig. 84 ; 89 et 162, p. 159), des objets cylindriques composés complexes, tels les candélabres de Lebrija, Séville (fig. 191, p. 189) (Perea *et al.* 2003), ou encore pour réparer des bracelets du dépôt de Villena, Alicante, qui illustrent bien cette technique.

a



b



Fig. 88 - Bracelet d'Alcudia, Ciudad Real : a. Vue d'ensemble ; b. Vue de détail du résultat de la coulée secondaire constructive.



Fig. 89 - Emploi de coulées secondaires pour fixer les terminaisons des torques de Tara, Co. Meath.

## 2. La soudure constructive

La soudure de l'or est une technique d'union à l'aide d'un alliage d'apport dont le point de fusion est plus bas que celui des parties à joindre ; les soudures observées sur les objets de l'âge du Bronze final sont toutes effectuées ainsi. On distingue la soudure constructive, appliquée dans l'assemblage d'un objet composé de plusieurs pièces, de la soudure au service de la décoration. Un alliage spécifique doit donc être préalablement préparé sous forme de tôle ou de fils dont on découpe des petites paillettes (Thouvenin 1973, 13 ; Lenfant 1979, 169). Pour rendre solidaires deux ou plusieurs pièces, l'orfèvre pose de petits morceaux de l'alliage de soudure au lieu du joint. En chauffant l'ensemble soit par une flamme dirigée par le chalumeau, soit sur un lit de braises dans un foyer, la soudure fond et unit les pièces grâce au phénomène de diffusion qui se produit aux interfaces. Pour éviter les effets néfastes de l'oxydation et pour coller par exemple de petites pièces en fils ou en granules, un "fondant" à base de résines a probablement été

employé. Nous ignorons quelle substance a été utilisée en Protohistoire ; aujourd'hui, c'est du borax, ou borate de soude, qui est généralement utilisé.

À l'âge du Bronze, en Grande-Bretagne et en Irlande, la soudure est pour la première fois attestée en Europe atlantique (Maryon 1936, 4 ; Taylor 1980, 11-13 ; Meeks *et al.* 2008) ; Herbert Maryon propose l'usage d'une telle technique pour la fabrication du torque de section cruciforme d'Yeovil, Angleterre (Maryon 1938b, 208, pl. 4). Deux groupes d'objets composés de plusieurs fils, des *composite-rings* et un type particulier de *lock-rings*, font partie des premiers témoins où est prouvé l'emploi de la soudure métallique. Dans le premier cas, il s'agit d'un ensemble de fils de section ronde assemblés pour constituer une bande plate ; après la soudure, ces bandes sont courbées pour former des bracelets ou des petits anneaux (Armbruster *et al.* 2011). Dans le second, il s'agit d'assembler des fils pour réaliser une forme conique à laquelle sont ajoutés des éléments en tôle (fig. 90). Sur la péninsule Ibérique, les premières



Fig. 90 - Exemple de l'emploi de la soudure sur des *lock-rings* du dépôt de Gorteenreagh, Co. Clare, Irlande : a. Vue générale ; b. Détail montrant l'association de fils.



a

soudures apparaissent dans la partie ouest sur des objets portant des éléments de l'âge du Bronze final et sur d'autres objets composés, d'influences orientalisantes, comme les bracelets de Torre Vã, Beja, et sur les bracelets et les torques du dépôt d'Àlamo, Beja (fig. 178, p. 174 ; 91 et 177, p. 173).

L'introduction de la soudure a permis, à la fin de l'âge du Bronze, une plus grande diversité dans la création de formes complexes : des décors superposés ou appliqués, des compositions et des articulations. On peut considérer l'apparition de la soudure comme une révolution dans les modes d'assemblage pratiqués jusque-là ; pourtant, plusieurs objets illustrent l'emploi d'une combinaison de divers modes de liaison, dont la soudure, l'emboîtement et le rivetage. Les *gorgets*, les *lock-rings*, ainsi que le grand bijou de Guînes, Pas-de-Calais, témoignent du choix d'arrangements techniques complexes et de l'esprit expérimental des orfèvres de cette époque.

### 3. Soudure et décoration : granulation et filigrane

La granulation et le filigrane sont des techniques de décoration utilisant l'application de petits éléments décoratifs par soudure (Wolters 1986) ; des éléments en fils ou en granules peuvent être appliqués sur un objet massif ou en tôle. Les bracelets de Torre Vã, Beja, sont les premiers exemples, encore de facture grossière, pour l'application de la granulation sur des parties coulées (fig. 178, p. 174), tandis que la *bulla* de River Bann, Co. Antrim, atteste l'existence de filigrane sur un objet creux en tôle (fig. 61d et e,



b

Fig. 91 - Torque triple du dépôt d'Àlamo, Beja : a. Éléments joints par soudure ; b. Vue détaillée des filigranes.

p. 71). Comme nous l'avons vu précédemment, il est aussi possible de souder des fils entre eux pour former un objet, comme c'est le cas pour un type de *lock-rings* (fig. 212, p. 213 et 216, p. 217). Ni le filigrane ni la granulation ne sont des techniques caractéristiques de l'âge du Bronze final, mais les premiers spécimens datent de cette période. Le premier objet décoré en filigrane découvert en péninsule Ibérique est le triple torque du dépôt d'Àlamo, Beja (fig. 91).

Aucune des soudures observées sur des bijoux décorés par granulation ou filigrane de l'Europe atlantique ne fait songer à la technique de granulation *aux sels de cuivre*, technique de soudure particulière bien décrite pour l'orfèvrerie étrusque (Parrini *et al.* 1982 ; Nestler, Formigli 1993). En Europe occidentale à l'âge du Bronze final, la technique de soudure est bien celle par métal d'apport plus fusible.

#### 4. Le lien par diffusion – diffusion bonding

Le lien par diffusion – *diffusion bonding* – est une autre technique de liaison, réalisée à haute température, qui semble avoir été employée sur un petit nombre d'objets en or de l'âge du Bronze final. Pendant la mise en œuvre de ce procédé, les surfaces à joindre doivent rester en pression, l'ensemble des pièces est, comme pour un recuit, placé à une température haute, mais qui reste en dessous du point de fusion et cela pendant un temps relativement long ; le lien se réalise sans aucun métal d'apport. Ronald Tylecote a décrit ce procédé pour des *boxes* ou écarteurs d'oreilles cylindriques en l'appelant *hammer welding*, une "auto-soudure" impliquant du martelage (fig. 92) (Tylecote 1978 et 1986, 109, fig. 63-64). L'emploi de cette technique particulière, impliquant la diffusion, a été aussi prouvé par différentes méthodes analytiques et métallographiques sur des perles cylindriques du dépôt de Blanot, Côte-d'Or, et sur plusieurs *hair-rings* de la Grande-Bretagne et de l'Irlande (Pernot

1991 ; Meeks *et al.* 2008). Des études sur les différentes méthodes de liaison à chaud employées ont été menées sur une centaine d'objets en or proche-orientaux, étrusques et celtiques (Duval *et al.* 1989 ; Echt, Thiele 1995).

Cette technique de liaison par diffusion est mieux connue et étudiée pour la dorure (Oddy *et al.* 1981 ; Anheuser 1995) ; des études poussées ont été focalisées sur les liens de fines tôles d'or avec un support en argent (Becker *et al.* 2003). Des analyses de composition élémentaire et des examens de coupes métallographiques ont été réalisés sur des objets bimétalliques datant des premiers siècles de notre ère en Allemagne et en Scandinavie (Hammer 1998) ; les résultats ont conduit à des expérimentations. Des recherches approfondies pour mieux comprendre cette technique de lien par diffusion mériteraient d'être entreprises sur l'orfèvrerie de l'âge du Bronze en combinant des approches analytiques et expérimentales.



Fig. 92 - Écarteur d'oreille du dépôt de Ballinesker : a. Le disque était serti sur le cylindre, les trois boules d'or se trouvaient dans l'objet ; b. La paroi cylindrique a été fermée par *diffusion bonding*, la zone portant la trace est au centre de la photographie.

## XII. Quelques conclusions

Pour clore ce chapitre, nous proposons un descriptif synthétique, mais hypothétique, des outils utilisés dans l'espace d'un atelier de métallurgiste à l'âge du Bronze. Lors de la fouille d'un tel lieu, en supposant d'excellentes conditions de préservation, on peut s'attendre à trouver des vestiges parmi les catégories qui suivent (Walter 1989, 15 ; Armbruster 2000, 35) :

- **des structures immeubles** : des fours, pour fondre, allier et couler le métal, pour la cuisson des moules et des creusets, pour le recuit ;
- **des outils** :
  - **de mesure** : des balances (fléaux et plateaux en os, bois de cerf ou bronze), des poids (en bronze ou en pierre), des pierres de touche, des compas (en bois ?), des tiges de mesure (en bronze ou en bois) ;
  - **de fonderie**, entiers ou fragmentés : des moules et noyaux en argile (terre cuite), des moules en pierre ou en bronze, des creusets en céramique, des pinces à feu en bronze (ou en bois) ;
  - **de déformation plastique** : des marteaux et des enclumes en pierre ou en bronze, des ciselets et des poinçons en bronze, des pinces pour torsader, plier et cambrer (en bois ?) ;
  - **de finition** : des pierres à aiguiser et à polir, des sables et des cendres pour le polissage, des récipients pour l'eau et les acides en céramique ;
  - **de tournage** : des restes de foret à archet ou de tour (en bois ?), des spatules, des ciseaux ou des pointes en bronze ou en os pour tourner la cire ;
- **des matières premières et des résidus du travail** : des lingots, des objets en cours de fabrication, des ébauches (en or, argent, cuivre, étain, bronze, ou en plomb) ;
- **des déchets et des résidus** : des gouttelettes de métal, des scories (dans l'atelier du bronzier), des ratés de coulée, des canaux ou cônes de coulée, des fragments de paroi de four.

Les paragraphes concernant les savoir-faire, l'outillage et l'atelier de l'orfèvre de l'âge du Bronze en Europe atlantique témoignent des connaissances et de l'habileté des artisans. Au fil du temps, les progrès dans le savoir technique se reflètent à la fois dans les ustensiles et dans les produits achevés. Presque toutes les classes d'instruments déduites de l'examen des produits en or sont présentes dans le

mobilier archéologique ; quelques absences peuvent être restituées avec l'aide de la démarche analogique. Les vestiges ont pu être regroupés en familles d'outils relativement aux différentes classes techniques, celles du feu (la coulée), du choc (la déformation plastique) et de l'abrasion (finition). La richesse surprenante en outils de métallurgiste préservés de l'âge du Bronze ne devrait pas nous cacher le fait qu'aucun atelier n'a actuellement été identifié. Les regards croisés de l'archéologie expérimentale, des modèles ethnoarchéologiques ainsi que des résultats des examens et analyses permettent de mieux cerner les pratiques artisanales. Les études sur l'outillage doivent cependant être poursuivies en vue de restituer une image plus cohérente et plus précise encore ; une étroite collaboration entre chercheurs en science des matériaux, archéologues et orfèvres sera toujours nécessaire.

### De fausses pistes

Maintes mauvaises interprétations, hypothèses erronées ou encore indications imprécises ont été livrées au sujet de la fabrication des objets métalliques en général, et sur l'orfèvrerie en particulier. De fausses pistes, présentées comme des faits véritables et non comme des suggestions, ont été publiées puis répétées, perpétuées et déformées ; l'esprit critique dans ce domaine fait souvent défaut. Fréquemment les récits techniques combinent des idées reçues qui reflètent une méconnaissance des propriétés des matériaux. Nous donnerons quelques exemples.

À partir d'une étude analytique en laboratoire, des affirmations aberrantes sur la fabrication des perles biconiques de Buraco da Pala, Portugal (fig. 137c, p. 130) ont été proposées ; les traitements de l'or décrits sont impossibles dans la pratique de l'orfèvrerie ancienne, mais aussi moderne (Cavalheiro, Sanches 1995). Le procédé de fabrication suggéré comporte pas moins de huit étapes, dont la déformation de sphères en or (obtenues comment ?), l'ouverture d'un orifice central (comment ?), le "roulage" de la future perle sur une surface et enfin la finition de la perforation par abrasion. Une autre proposition incorrecte consiste à expliquer que les grandes perles massives de Barbanza, Espagne (fig. 137a et b, p. 130) étaient obtenues en martelant un morceau massif d'or, jusqu'à la forme définitive, percé ensuite par abrasion. Pourtant, on observe facilement, même à

l'œil nu, dans les ouvertures des perforations de ces perles, une surface rugueuse indiquant qu'elles ont été coulées. Le résultat de ces recherches en laboratoire, supposées scientifiques mais sans connaissance de la technique ou sans recours à des spécialistes, est que les propositions d'interprétation ne correspondent à aucun procédé d'orfèvrerie ; ces idées, théoriques et proprement irréalisables, sont malheureusement publiées sans jamais avoir été testées.

D'autres propositions "baroques" de chaînes opératoires de fabrication en orfèvrerie de l'âge du Bronze en Europe atlantique ont été données pour plusieurs catégories d'objets, dont les gobelets de Caldas de Reyes, Pontevedra (Bouza Brey 1942, 12 ; Ruiz-Gálvez Priego 1978, 174 ; Pingel 1992, 56). L'une de ces propositions consiste en une mise en forme des récipients en unissant des pépites d'or par martelage. Le même genre de théorie erronée a, hélas, été affirmé au sujet de la vaisselle en or martelée du Bronze final, dans le cas des coupes, vases et petites bouteilles du dépôt de Villena (Nicolini 1990, 21 ; Perea 1991b, 104). Pour ces dernières pièces, une fabrication à partir de plusieurs plaques, en précisant qu'elles auraient été unies par autosoudure, a été suggérée, alors que les vases de Villena sont clairement en une seule pièce mise en forme par martelage et décorée par ciselure.

C'est pour les aspects techniques de la réalisation des bracelets du type "Villena-Estremoz" que la plus grande diversité de propos subsiste. L'une des multiples idées décrit un procédé utilisant uniquement la déformation plastique d'un cylindre massif. À l'opposé, un autre auteur insiste sur une technique consistant à découper le relief par enlèvement de copeaux ; un autre encore affirme qu'il s'agit d'un assemblage de multiples éléments unis par soudure sous pression (voir entre autres : Schüle 1976, 152-157 ; Coffyn 1985, 238 ; Perea 1991b, 23, 97-98).

Mentionnons enfin un autre genre de fausse piste, fréquent dans ce domaine, qui consiste à attribuer aux métallurgistes anciens des capacités en outillage, en matériaux, ou en équipement de laboratoire qui ne pouvaient pas être à leur disposition. Pourtant pour la plupart des questions posées sur la fabrication, les traces d'outil, l'état de surface des pièces de l'objet, la relation entre volume et poids, fournissent des indications précieuses sur les techniques possiblement employées. Néanmoins, il mérite d'être souligné que tous les travaux publiés ne sont pas erronés, et que maints commentaires corrects sur la technologie en orfèvrerie ancienne sont à disposition ; ils sont presque toujours le fruit de recherches méthodiques impliquant la collaboration entre des archéologues, des chercheurs en science des matériaux, des restaurateurs et des praticiens.



## BIBLIOGRAPHIE

### Sources anciennes

Benzoni 1565 : BENZONI (G.), *La historia del nuevo mundo*. Venise, 1565.

Benzoni 1857 : BENZONI (G.), *History of the New World*. The Hakluyt Society, New York, 1857 (ré-édition London 1970).

Brepohl 1987 : BREPOHL (E.), *Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst*. Wien, Köln, Graz, 1987.

Diderot, d'Alembert 1765 : DIDEROT (D.), D'ALEMBERT (J.), *Encyclopédie ou Dictionnaire Raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers*. Paris, 1765.

Diderot, d'Alembert 1986 : DIDEROT (D.), D'ALEMBERT (J.), *L'Encyclopédie Diderot et d'Alembert – Orfèvrerie : Joaillerie. Recueil de planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques avec leurs explications*. Paris, 1986.

Fröhlich, Fröhlich 1974 : FRÖHLICH (M.), FRÖHLICH (R.), *Benvenuto Cellini. Abhandlungen über die Goldschmiedekunst und die Bildhauerei*. Basel, 1974.

Hawthorne, Smith 1963 : HAWTHORNE (J. G.), SMITH (C. S.), *On diverse arts: the treatise of Theophilus*. Chicago, 1963.

Smith, Hawthorne 1974 : SMITH (C. S.), HAWTHORNE (J. G.), *Mappae Clavicula. A little key to the world of medieval techniques*. Transactions of the American Philosophical Society held at Philadelphia for promoting usefull knowledge, New series, vol. 64, part 4, Philadelphia, 1974.

Théophilus 2000 : THÉOPHILUS, *Théophilus moine artisan du XII<sup>e</sup> siècle. Essai sur divers arts. Recettes pratiques de l'enluminure, l'orfèvrerie, l'ivoire, le vitrail, la fresque et autres divers arts*. Paléo (Coll. Histoire de l'art), Clermont-Ferrand, 2000.

Wolters 2006 : WOLTERS (J.), On the noble and illustrious art of the goldsmith: an 11<sup>th</sup> century text, *The Art of the early Medieval Goldsmith, Historical Metallurgy*, vol. 40, n° 1, 2006, p. 68-88.

## Sources contemporaines

Aballe *et al.* 1991 : ABALLE (M.), ADEVA (P.), PEREA (A.), SEM-EDS microanalytical study of pre roman gold objects from the Iberian Peninsula. *In* : Waldren *et al.* 1991, p. 239-266.

Adams 2006 : ADAMS (N.), Back to the front: Observations on the development and production of decorated backing foils for garnet cloisonné, *The Art of the early Medieval Goldsmith, Historical Metallurgy*, vol. 40, n° 1, 2006, p. 12-26.

Adams, Adams 1991 : ADAMS (W. Y.), ADAMS (E. W.), *Archaeological typology and practical reality. A dialectical approach to artifact classification and sorting*. Cambridge University Press, Cambridge, 1991.

Alday Ruiz 1992 : ALDAY RUIZ (A.), La primera industria del oro en el País Vasco y La Rioja, *Munibe*, n° 43, 1992, p. 43-55.

Aldhouse-Green, Northover 1996 : ALDHOUSE-GREEN (S. H. R.), NORTHOVER (J. P.), The discovery of three Bronze Age gold torques in Pembrokeshire, *Archaeologia Cambrensis*, CXLIII-1994, 1996, p. 37-45.

Aldred 1971 : ALDRED (C.), *Jewels of the Pharaohs. Egyptian Jewellery of the Dynastic Period*. Thames & Hudson, London, 1971.

Almagro-Gorbea 1964 : ALMAGRO-GORBEA (M.), Los thymateria llamados candelabros de Lebríja, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 13, 1964, p. 7-67.

Almagro-Gorbea 1973 : ALMAGRO-GORBEA (M.), El tesoro de Bodonal de la Sierra (Badajoz). Nuevo elemento de las relaciones atlánticas del Bronce Final en la Península Ibérica, *Revista de la Universidad Complutense Madrid*, vol. 22, n° 86, 1973, p. 21-31.

Almagro-Gorbea 1974a : ALMAGRO-GORBEA (M.), Los tesoros de Sagrajas y Berzocana y los torques macizos del occidente peninsular. *In* : *Congreso Nacional de Arqueología 1974*, p. 259-282.

Almagro-Gorbea 1974b : ALMAGRO-GORBEA (M.), Orfebrería del Bronce Final en la Península Ibérica. El tesoro de Abía de la Obispalía, la orfebrería tipo Villena y los cuencos de Axtroki, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 31, n° 1, 1974, p. 39-90.

Almagro-Gorbea 1993 : ALMAGRO-GORBEA (M.), La introducción del hierro en la Península Ibérica. Contactos precoloniales en el Período Protoorientalizante, *Complutum*, n° 4, 1993, p. 81-94.

Almagro-Gorbea *et al.* 2001 : ALMAGRO-GORBEA (M.), ARTEAGA (O.), BLECH (M.), RUIZ MATA (D.), SCHUBART (H.), *Protohistoria de la Península Ibérica*. Ariel Prehistoria, Barcelona, 2001.

Almagro-Gorbea *et al.* 2004 : ALMAGRO-GORBEA (M.), CASADO (D.), FONTES (F.), MEDEROS (A.), TORRES (M.), *Prehistoria. Antigüedades Españolas I*. Real Academia de la Historia. Catálogo del Gabinete de Antigüedades, Madrid, 2004.

Anderson 1910 : ANDERSON (J.), Notice of a hoard of bronze implements recently found in Lewis, *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, vol. 12, 1910, p. 27-46.

André *et al.* 2004 : ANDRÉ (G.), HENNEKEN (H.), SAUERBORN (M.) eds, *BESSY Highlights*. Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung, Berlin, 2004.

- Anheuser 1995 : ANHEUSER (K.), Antike und neuere Techniken zur Vergoldung von Metallen und Nichtmetallen, *Berliner Beiträge zur Archäometrie*, n° 13, 1995, p. 88-89.
- Anisimova *et al.* 2005 : ANISIMOVA (L.), BONORA (G. L.), FRANCHI (C.), KARAEVA (L. M.), PLAKHOV (V. V.) eds, *I tesori della Steppa di Astrakhan*. Esposizione di reperti archeologici, Palazzo Venezia, Roma (17 marzo - 29 maggio 2005), Milano, 2005.
- Annable, Simpson 1964 : ANNABLE (F. K.), SIMPSON (D. D. A.), *Guide catalogue of the Neolithic and Bronze Age collections in Devizes Museum*. Wiltshire Archaeological and Natural History Society, Devizes, 1964.
- Anonyme 1999 : The shine of silver, *Essential Laos*, 2, 1999, p. 60-65.
- Appadurai 1986 : APPADURAI (A.) ed., *The social life of things. Commodities in cultural perspective*. Cambridge University Press, Londres, New York, 1986.
- Archaeometallurgy in Europe 2003 : International Conference, Archaeometallurgy in Europe*. Milano, Italy (24-26 September 2003), vol. 1, Associazione italiana metallurgia, Milano, 2003.
- Archaeometallurgy in Europe 2007a : 2<sup>nd</sup> International Conference, Archaeometallurgy in Europe 2007*. Aquileia, Italy (17-21 June 2007), Gold session, Associazione italiana metallurgia, Milano, 2007.
- Archaeometallurgy in Europe 2007b : 2<sup>nd</sup> International Conference, Archaeometallurgy in Europe 2007*. Aquileia, Italy (17-21 June 2007), Selected Papers, Associazione italiana metallurgia, Milano, 2007.
- Archéologie de la France 1989 : Archéologie de la France : 30 ans de découvertes*. Exposition nationale du Grand-Palais (27 sept.-31 déc. 1989), Éd. Réunion des musées nationaux, Paris, 1989.
- Armbruster, Hegewisch 2010 : ARMBRUSTER (T.), HEGEWISCH (M.) Hrsg, *Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte der Iberischen Halbinsel und Mitteleuropas. Studien in honorem Philine Kalb*. Dr. Rudolf Habelt GmbH (Studien zur Archäologie Europas, Band 11), Bonn, 2010.
- Armbruster 1990 : ARMBRUSTER (B.), Aus Unrat wird Hausrat. From rubbish to houseware, *Art Aurea*, n° 1, 1990, p. 34-41.
- Armbruster 1993a : ARMBRUSTER (B.), Etnoarqueologia aplicada a la metalurgia del oro: el caso de Europa Atlántica y Africa Occidental, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 50, 1993, p. 113-126.
- Armbruster 1993b : ARMBRUSTER (B.), Instruments rotatifs dans l'orfèvrerie de l'Âge du Bronze de la péninsule Ibérique. Nouvelles connaissances sur la technique des bracelets du type Villena/Estremoz. In : *Proceedings of the 1<sup>o</sup> Congresso de Arqueología, Porto* (12.-18.10.1993), Sociedade Portuguesa de Antropologia e Etnologia Peninsular (Trabalhos de Antropologia e Etnologia, vol. 33, n° 1-2), 1993, p. 265-283.
- Armbruster 1993c : ARMBRUSTER (B.), L'orfèvrerie au Mali : une étude ethno-archéologique. In : *Éluère* 1993, p. 289-296.
- Armbruster 1993d : ARMBRUSTER (B.), A study on lost wax casting processes in Mali and Burkina Faso (Western Africa). Workshops and casting techniques as ethno-archaeological demonstration material. In : *Formigli* 1993, p. 153-164.

Armbruster 1995a : ARMBRUSTER (B.), Rotary motion – lathe and drill. Some new technological aspects concerning Late Bronze Age goldwork from southwestern Europe. *In* : Morteani, Northover 1995, p. 399-423.

Armbruster 1995b : ARMBRUSTER (B.), Sur la technologie et la typologie du collier de Sintra (Lisbonne, Portugal) – Une œuvre d'orfèvrerie du Bronze Final Atlantique composée des types Sagrajas-Berzocana et Villena-Estremoz, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 52, n° 1, 1995, p. 157-162.

Armbruster 1995c : ARMBRUSTER (B.), Traditionelles Goldschmiedehandwerk in Westafrika und bronzzeitliche Metallverarbeitung in Europa, Technologien im ethnoarchäologischen Vergleich, *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, Band 15, Zabern, Mayence, 1995, p. 111-201.

Armbruster 1995d : ARMBRUSTER (B.), Zur Technik der Goldflaschen aus dem bronzzeitlichen Schatzfund von Villena (Alicante), *Madriider Mitteilungen*, Band 36, 1995, p. 165-171.

Armbruster 1996 : ARMBRUSTER (B.), Zu den technologischen Aspekten der Goldfunde aus dem bronzzeitlichen Schatzfund von Caldas de Reyes (Prov. Pontevedra), *Madriider Mitteilungen*, Band 37, 1996, p. 60-73.

Armbruster 1998 : ARMBRUSTER (B.), Veränderungen in der Goldschmiedekunst am Ende der Bronze- und Beginn der Eisenzeit auf der Iberischen Halbinsel. *In* : Rehren *et al.* 1998, p. 25-36.

Armbruster 1999a : ARMBRUSTER (B.), Production traditionnelle de l'or au Mali. *In* : Cauuet 1999, p. 163-181.

Armbruster 1999b : ARMBRUSTER (B.), Techniques d'orfèvrerie préhistorique des tôles d'or en Europe atlantique des origines à l'introduction du fer. *In* : Cauuet 1999, p. 237-249.

Armbruster 2000 : ARMBRUSTER (B.), *Goldschmiedekunst und Bronzetechnik. Studien zum Metallhandwerk der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel*. Éd. Mergoil (Monographies Instrumentum, 15), Montagnac, 2000.

Armbruster 2001a : ARMBRUSTER (B.), Metallguß (Stichwort). *In* : Beck *et al.* 2001, p. 622-642.

Armbruster 2001b : ARMBRUSTER (B.), Zu bronzzeitlichen Werkzeugen der plastischen Verformung im nördlichen und westlichen Europa. *In* : Metz *et al.* 2001, p. 7-26.

Armbruster 2002-2003 : ARMBRUSTER (B.), A metalurgia da Idade do Bronze Final Atlantico do Castro Nossa Senhora da Guia de Baiões (Viseu, Portugal), *Estudos Pré-Historicos*, vol. X-XI, 2002-2003, p. 145-155.

Armbruster 2003a : ARMBRUSTER (B.), Edelmetallgefäße der Bronzezeit – Eine technologische Betrachtung. *In* : Springer 2003, p. 64-85.

Armbruster 2003b : ARMBRUSTER (B.), Le torque – Remarques sur la technique de fabrication. Relations entre l'orfèvrerie du domaine hallstattien occidental et l'orfèvrerie de la péninsule Ibérique au Bronze final et au premier Âge du Fer. *In* : Rolley 2003, vol. 1, p. 200-215.

Armbruster 2003c : ARMBRUSTER (B.), Punze, Punzieren. *In* : Beck *et al.* 2003, p. 602-607.

Armbruster 2003d : ARMBRUSTER (B.), Vor- und frühgeschichtlicher Guss von Gold und Bronze. 25. *In* : Technikgeschichtliche Tagung der Eisenbibliothek 2002, *Ferrum*, Band 75, 2003, p. 24-35.

- Armbruster 2004a : ARMBRUSTER (B.), Die bronzezeitliche Goldschale von Zürich-Altstetten und die Edelmetallgefäße aus dem Schatz von Villena. Neue Erkenntnisse zur Herkunft und Datierung, *Helvetia Archaeologica*, n° 140, 2004, p. 119-151.
- Armbruster 2004b : ARMBRUSTER (B.), Tradition atlantique et innovation méditerranéenne à la fin de l'Âge du Bronze : Le complexe de Baiões (Viseu, Portugal). *In* : Lehoërff 2004, p. 45-65.
- Armbruster 2004c : ARMBRUSTER (B.), Le tournage dans l'orfèvrerie de l'Âge du Bronze et du premier Âge du Fer en Europe atlantique. *In* : Feugère, Gérold 2004, p. 53-70.
- Armbruster 2005a : ARMBRUSTER (B.), Funktionale Analogien als Quellen für die Experimentelle Archäologie – Metalltechniken und Werkstätten aus Westafrika. *In* : *Europäische Vereinigung zur Förderung der experimentellen Archäologie*, Odenburg, 2005, p. 197-212.
- Armbruster 2005b : ARMBRUSTER (B.), Notes on wire production during the Viking Age. *In* : Kars, Burke 2005, p. 289-292.
- Armbruster 2006a : ARMBRUSTER (B.), L'outillage en pierre du métallurgiste ancien. *In* : Astruc *et al.* 2006, p. 321-332.
- Armbruster 2006b : ARMBRUSTER (B.), Steingeräte des bronzezeitlichen Metallhandwerks, *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift*, n° 47, 2006, p. 163-191.
- Armbruster 2007 : ARMBRUSTER (B.), Die Goldschmiedetechnik von Arzhan 2. *In* : Menghin *et al.* 2007, p. 94-99.
- Armbruster 2008 : ARMBRUSTER (B.), Approche pluridisciplinaire de l'étude des techniques d'orfèvrerie anciennes : expérimentations et ethnoarchéologie : une étude de cas. *In* : Drieux-Daguerre 2008, p. 25-29.
- Armbruster 2010a : ARMBRUSTER (B.), Der Schatzfund von Arnozela, Distr. Braga, Portugal, und die zylindrischen Goldarmringe der Bronzezeit. *In* : Armbruster, Hegewisch 2010, p. 131-150.
- Armbruster 2010b : ARMBRUSTER (B.), Lithic technology for Bronze Age metal working. *In* : Eriksen 2010, p. 9-22.
- Armbruster 2010c : ARMBRUSTER (B.), Tauschertechnik im bronzezeitlichen Nord- und Mitteleuropa. *In* : Meller, Bertemes 2010, p. 779-789.
- Armbruster 2011a : ARMBRUSTER (B.), Approaches to metal work: The role of technology in tradition, innovation and cultural change. *In* : Moore, Armada Pita 2011, p. 417-438.
- Armbruster 2011b : ARMBRUSTER (B.), Gold in der Bronzezeit: Technologie, Ästhetik und Funktion. *In* : Dietz, Jockenhövel 2011, p. 19-38.
- Armbruster 2012a : ARMBRUSTER (B.), Goldgefäße der Nordischen Bronzezeit – eine Studie zur Metalltechnik, *Prähistorische Zeitschrift*, Band 87, n° 2, 2012, p. 370-432.
- Armbruster 2012b : ARMBRUSTER (B.), Feinschmiedewerkzeuge vom Beginn der Metallurgie bis in die Römische Kaiserzeit. *In* : Pesch, Blankenfeldt 2012, p. 59-85.
- Armbruster 2013a : ARMBRUSTER (B.), Gold and gold working. *In* : Fokkens, Harding 2013, p. 450-464.
- Armbruster 2013b : ARMBRUSTER (B.), Les techniques de l'orfèvrerie orientalisante – Un cas de transfert technologique au début de l'âge du Fer. *In* : Callegarin, Gorgues 2013, p. 65-83.

Armbruster 2014 : ARMBRUSTER (B.), Ethnoarchäologie und experimentelle Archäologie in der Erforschung prähistorischen Goldes. *In* : Meller *et al.* 2014, p. 323-334.

Armbruster 2016a : ARMBRUSTER (B.), Manufacturing processes of Atlantic Bronze Age annular gold ornaments – A case study of the Guînes gold hard (Pas-de-Calais, France), *Materials and Manufacturing Processes*, 2016, p. 728-739.

Armbruster 2016b : ARMBRUSTER (B.), Technologie und Transfer von Wissen in der prähistorischen Feinschmiedekunst Südwesteuropas. *In* : Armbruster *et al.* 2016, p. 55-86.

Armbruster 2016c : ARMBRUSTER (B.), Ourivesaria arcaica da Europa atlântica. Comentário ao artigo “A ourivesaria arcaica no ocidente peninsular” de Virgílio Hipólito Correia, *O Arqueólogo Português*, série V, n° 3, 2016, p. 83-92.

Armbruster 2018 : ARMBRUSTER (B.), Rotary motion in Iron Age gold work – Annular ornaments and their decoration. *In* : Schwab *et al.* 2018, p. 231-254.

Armbruster 2019 : ARMBRUSTER (B.), Die Goldscheibe von Moordorf und die Bearbeitung von Gold in der Bronzezeit West- und Nordeuropas, *Die Kunde: Zeitschrift für Ur- und Frühgeschichte*, 67 (2016), 2019, p. 53-96.

Armbruster, Comendador Rey 2015 : ARMBRUSTER (B.), COMENDADOR REY (B.), Early gold technology as an indicator of circulation processes in Atlantic Europe. *In* : Prieto Martínez, Salanova 2015, p. 140-149.

Armbruster, Guerra 2003 : ARMBRUSTER (B.), GUERRA (M. E.), L'or archéologique, une approche interdisciplinaire, *Technè*, n° 18, 2003, p. 57-62.

Armbruster, Louboutin 2004 : ARMBRUSTER (B.), LOUBOUTIN (C.), Parures en or de l'Âge du Bronze de Balinghem et Guînes (Pas-de-Calais) : les aspects technologiques, *Antiquités Nationales*, n° 36, 2004, p. 133-146.

Armbruster, Parreira 1993 : ARMBRUSTER (B.), PARREIRA (R.), *Colecção de ourivesaria 1. Do Calcolítico à Idade do Bronze*. Instituto Português de Museus, Inventário do Património Cultural Móvel, Lisboa, 1993.

Armbruster, Perea 1994 : ARMBRUSTER (B.), PEREA (A.), Tecnologia de herramientas rotativas durante el Bronce Final Atlántico. El depósito de Villena, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 51, n° 2, 1994, p. 69-87.

Armbruster, Perea 2001 : ARMBRUSTER (B.), PEREA (A.), Goldschmiedearbeiten der eisenzeitlichen Castro-Kultur. *In* : Blech *et al.* 2001, p. 389-398.

Armbruster, Pernot 2006 : ARMBRUSTER (B.), PERNOT (M.), La technique du tournage utilisée à l'Âge du Bronze final pour la fabrication d'épingles de bronze trouvées en Bourgogne, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 103, n° 2, 2006, p. 305-311.

Armbruster *et al.* 2003 : ARMBRUSTER (B.), COMENDADOR REY (B.), PEREA CAVEDA (A.), PERNOT (M.), Tools and tool marks. Gold and bronze metallurgy in Western Europe during the Bronze and Early Iron Ages. *In* : *Archaeometallurgy in Europe* 2003, p. 255-265.

Armbruster *et al.* 2004a : ARMBRUSTER (B.), BELLO (J. M.), COMENDADOR REY (B.), PEREA (A.), Relaciones atlánticas en los inicios de la metalurgia. La gargantilla de tiras de Cícere y el conjunto de láminas áureas de Cícere (Santa Comba, A Coruña). *In* : Perea *et al.* 2004b, p. 173-187.

Armbruster *et al.* 2004b : ARMBRUSTER (B.), EILBRACHT (H.), REICHE (I.), GRÜGER (A.), RADTKE (M.), RIESEMEIER (H.), The Vikings in Berlin: SR-XRF analyses of the Hiddensee gold jewellery. *In* : André *et al.* 2004, p. 32-33.

Armbruster *et al.* 2011 : ARMBRUSTER (B.), BLET-LEMARQUAND (M.), FILY (M.), GRATUZE (B.), MENEZ (Y.), L'ensemble de bracelets en or de Pommerit-le-Vicomte : une découverte récente dans les Côtes-d'Armor en Bretagne, *Bulletin de l'APRAB*, n° 8, 2011, p. 51-55.

Armbruster *et al.* 2014 : ARMBRUSTER (B.), BLET-LEMARQUAND (M.), FILY (M.), GRATUZE (B.), MENEZ (Y.), Un nouveau dépôt de parures en or de l'âge du Bronze atlantique dans le Finistère (Gouesnac'h, Bretagne) et ses relations avec les îles Britanniques, *Bulletin de l'APRAB*, n° 12, 2014, p. 7-16.

Armbruster *et al.* 2016 : ARMBRUSTER (B.), EILBRACHT (H.), HAHN (O.), HEINRICH-TAMÁSKA (O.) Hrsg, *Verborgenes Wissen. Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklungen im diachronen Vergleich*. Berlin studies of the ancient world, Berlin, 2016.

Armbruster *et al.* 2019 : ARMBRUSTER (B.), JOCKENHÖVEL (A.), KAPURAN (A.), RAMADANSKI (R.), The moulds from Velebit and European Bronze Age metal anvils, *Starinar*, vol. LXIX, 2019, p. 139-182.

Arminjon, Bilimoff 1998 : ARMINJON (C.), BILIMOFF (M.), *L'art du métal. Vocabulaire technique*. Éd. du Patrimoine et Imprimerie nationale, Paris, 1998.

Armstrong 1917 : ARMSTRONG (E. C. R.), The great Clare find of 1854, *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, vol. 7, n° 1, 1917, p. 21-36.

Armstrong 1920 : ARMSTRONG (E. C. R.), *Guide to the collections of Irish Antiquities. Catalogue of Irish gold ornaments in the Collection of the Royal Irish Academy*. Forgotten Books (Classic reprint series), Dublin, 1920.

Armstrong 1922 : ARMSTRONG (E. C. R.), Notes on some irish gold ornaments, *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, vol. 12, n° 2, 1922, p. 133-142.

Aslam *et al.* 2002 : ASLAM (R.), BLUM (S.), KASTL (G.), SCHWEIZER (F.), THUMM (D.) Hrsg, *Mauerschau. Festschrift für Manfred Korfmann, Band 2*. B. A. Greiner, Remshalden-Grünbach, 2002.

Astruc *et al.* 2006 : ASTRUC (L.), BON (F.), LÉA (V.), MILCENT (P.-Y.), PHILIBERT (S.) dir., *Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et proto-historiques*. Actes des XXVI<sup>e</sup> rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Éditions APDCA, Antibes, 2006.

Audouze 1992 : AUDOUZE (F.) éd., *Ethnoarchéologie : justification, problèmes, limites*. Actes des XII<sup>e</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie et Histoire d'Antibes, CEPAM, Juan-les-Pins, 1992.

Augé 1931 : AUGÉ (P.) dir., *Larousse du XX<sup>e</sup> siècle*. T. 4, Paris, 1931.

Augé 1932 : AUGÉ (P.) dir., *Larousse du XX<sup>e</sup> siècle*. T. 5, Paris, 1932.

Bachmann 1995 : BACHMANN (H. G.), Gold analysis: From fire assay to spectroscopy – A review. *In* : Morteani, Northover 1995, p. 303-315.

- Baker *et al.* 2003 : BAKER (L.), SHERIDAN (A.), COWIE (T.), An Early Bronze Age “dagger grave” from Rameldry Farm, near Kingskettle, Fife, *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, n° 133, 2003, p. 85-123.
- Balquet 2001 : BALQUET (A.), *Les tumulus armoricains du Bronze Ancien*. Patrimoine Archéologique de Bretagne, Rennes, 2001.
- Balseiro Garcia 1994 : BALSEIRO GARCIA (A.), *El oro prerromano en la provincia de Lugo*. Museo Provincial de Lugo, Lugo, 1994.
- Bandera Romero, Ferrer Albelda 2010 : BANDERA ROMERO (M.-L. de la), FERRER ALBELDA (E.) coord., *El Carambolo. 50 años de un tesoro*. Universidad de Sevilla, 2010.
- Barandarián Maestu 1973 : BARANDARIÁN MAESTU (I.), Los cuencos de Axtroki (Bolivar, Escoriaza, Guipúzcoa), *Not. Arqu. Hispánico Prehist.*, n° 2, 1973, p. 173-209.
- Barclay, Halpin 1999 : BARCLAY (A.) HALPIN (C.), *Excavations at Barrow Hills, Radley, Oxfordshire. Vol. 1. The Neolithic and Bronze Age monument complex*. Oxford Archaeological Unit (Thames Valley Landscape, vol. 11), Oxford, 1999.
- Barril *et al.* 1982 : BARRIL (M.), DELIBES DE CASTRO (G.), RUIZ ZAPATERO (G.), Moldes de fundición del Bronce Final procedentes de El Regal del Pídola, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 39, n° 1, 1982, p. 369-381.
- Bartelheim *et al.* 2002 : BARTELHEIM (M.), PERNICKA (E.), KRAUSE (R.) Hrsg, *Die Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt. The beginnings of metallurgy in the Old World*. VML (Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft, Band 1), Rahden/Westfalen, 2002.
- Basalla 2002 : BASALLA (G.), *The evolution of technology*. Cambridge History of Science Series, Cambridge, 2002.
- Bass 1987 : BASS (G. E.), Oldest known shipwreck reveals splendors of the Bronze Age, *National Geographic*, n° 172, 1987, p. 693-734.
- Bátora 2002 : BÁTORA (J.), Contribution to the problem of craftsmen graves at the end of Aeneolithic and the Early Bronze Age in central, western and eastern Europe, *Slovenská Archaeologica*, vol. L, n° 2, 2002, p. 179-228.
- Bayley, Rehren 2007 : BAYLEY (J.), REHREN (T.), Towards a functional and typological classification of crucibles. *In* : La Niece *et al.* 2007, p. 46-55.
- Beck *et al.* 1978 : BECK (H.), JANKUHN (H.), RANKE (K.), WENSKUS (R.) Hrsg, *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Band 3*. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1978.
- Beck *et al.* 1985 : BECK (H.), JANKUHN (H.), STEUER (H.), WENSKUS (R.) Hrsg, *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Band 6*. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1985.
- Beck *et al.* 2001 : BECK (H.), GEUENICH (D.), STEUER (H.) Hrsg, *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Band 19*. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 2001.
- Beck *et al.* 2003 : BECK (H.), GEUENICH (D.), STEUER (H.) Hrsg, *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Band 23*. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 2003.
- Beck *et al.* 2006 : BECK (H.), GEUENICH (D.), STEUER (H.) Hrsg, *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Band 32*. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 2006.

- Beck *et al.* 2007 : BECK (H.), GEUENICH (D.), STEUER (H.) Hrsg, *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Band 35*. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 2007.
- Becker *et al.* 2003 : BECKER (M.), FÜTING (M.), HAMMER (P.), SIEBLIST (E.), Reine Diffusionsbindung. Rekonstruktion einer alten Vergoldungstechnik und ihrer Anwendungsgebiete im damaligen Metallhandwerk, *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte*, n° 86, 2003, p. 167-190.
- Bell 1990 : BELL (M.) ed., *Brean Down excavations 1983-87*. English Heritage (Archaeological Report, n° 15), London, 1990.
- Benner Larsen 1985 : BENNER LARSEN (E.), *Værktøjsspor og overfladestruktur: metoder til identifikation og dokumentation af værktøjsspor og overfladestrukturer på arkæologisk materiale*. Konservatorskolen, Det Kongelige Danske Kunstakademi, København, 1985.
- Benner Larsen 1987 : BENNER LARSEN (E.), SEM-identification and documentation of tool marks and surface textures on the Gundestrup cauldron. *In* : Black 1987, p. 393-394.
- Bérard-Azzouz, Feugère 1997 : BÉRARD-AZZOUZ (O.), FEUGÈRE (M.), *Les bronzes antiques du musée de l'Ephèbe*. Musée de l'Ephèbe (Coll. Sous-marines), Agde, 1997.
- Bertemes 2004 : BERTEMES (E.), Frühe Metallurgen in der Spätkupfer- und Frühbronzezeit. *In* : Meller 2004, p. 144-149.
- Biel 1985 : BIEL (J.), Die Ausstattung des Toten. Reichtum im Grabe – Spiegel seiner Macht. *In* : Planck 1985, p. 79-105.
- Billand, Talon 2007 : BILLAND (G.), TALON (M.), Apport du Bronze Age Studies Group au vieillissement des “hair-rings” dans le Nord de la France. *In* : Burgess *et al.* 2007, p. 344-353.
- Billard *et al.* 2005 : BILLARD (C.), ÉLUÈRE (C.), JÉZÉGOU (M.-P.), Découverte de torques en or de l'Âge du Bronze en mer de Manche. *In* : Bourgois, Talon 2005, p. 287-301.
- Binford 1962 : BINFORD (L. R.), Archaeology as anthropology, *American Antiquity*, n° 28, 1962, p. 217-225.
- Bischof 2006 : BISCHOP (D.), Gewichtiger Import aus Irland. Der Goldring von Gahlstorf. *In* : Weiss, Marnette 2006, p. 60-61.
- Black 1987 : BLACK (J.), *Recent advances in the conservation and analysis of artifacts*. Summer Schools Press, London, 1987.
- Blanchet 1984 : BLANCHET (J.-C.), *Les premiers métallurgistes en Picardie et dans le nord de la France : Chalcolithique, Âge du Bronze et début du premier Âge du Fer*. Société Préhistorique Française (Mémoires, t. 17), Paris, 1984.
- Blas Cortina 1994 : BLAS CORTINA (M. A. de), El anillo áureo de tiras de la Mata'l Casare I y su localización megalítica, *Madrider Mitteilungen*, Band 35, 1994, p. 107-122.
- Blech *et al.* 2001 : BLECH (M.), KOCH (M.), KUNST (M.) Hrsg, *Denkmäler der Frühzeit*. Zabern (Hispania Antiqua, 1), Mainz, 2001.
- Bleile 2006 : BLEILE (R.) Hrsg, *Magischer Glanz. Gold aus archäologischen Sammlungen Norddeutschlands*. Archäologisches Landesmuseum, Schleswig, 2006.
- Blumer, Knaut 1991 : BLUMER (R. D.), KNAUT (M.), Zum Edelmetallguß in Ossa-Sepia-Formen im Frühmittelalter, *Fundberichte Baden-Württemberg*, n° 16, 1991, p. 545-553.

- Blümner 1875 : BLÜMNER (H.), *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern, Band I*. B. G. Teubner, Leipzig, 1875.
- Bonnamour, Thevenot 1989 : BONNAMOUR (L.), THEVENOT (J.-P.), Gévelard, La Petite Laugère (Saône-et-Loire). In : *Archéologie de la France* 1989, p. 208.
- Born 1985a : BORN (H.), Archäologische Bronzen im Röntgenbild. In : Born 1985b, p. 112-125.
- Born 1985b : BORN (H.) Hrsg, *Archäologische Bronzen, antike Kunst, moderne Technik*. Museum für Vor- und Frühgeschichte, Berlin, 1985.
- Born 1989 : BORN (H.), Antike Bohrung in Metall, *Acta Praehistorica et Archaeologica*, Band 21, 1989, p. 117-130.
- Born 2003 : BORN (H.), Herstellungstechnische Voruntersuchungen am Berliner Goldhut. In : Springer 2003, p. 86-97.
- Bourgois, Talon 2005 : BOURGOIS (J.), TALON (M.) éd., *L'Âge du Bronze du nord de la France dans son contexte européen*. Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, Lille 2000, CTHS, Paris, 2005.
- Boutoille 2012 : BOUTOILLE (L.), *Marteaux et enclumes lithiques de l'âge du Bronze en France*. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Dijon, 2012.
- Bouza Brey 1942 : BOUZA BREY (F.), *El tesoro prehistórico de Caldas de Reyes (Pontevedra)*. Museo de Pontevedra, vol. 1, 1942, p. 61-71.
- Bouzek 2004 : BOUZEK (J.), International weight units and the coming of the Age of Iron. In : Roche *et al.* 2004, p. 215-221.
- Brandherm 2000 : BRANDHERM (D.), Yunque, martillos y lo demás – herramientas líticas en la producción metalúrgica de las edades del cobre y del bronce. In : Oliveira Jorge 2000, p. 243-249.
- Brandherm 2003 : BRANDHERM (D.), *Die Dolche und Stabdolche der Steinkupfer- und der älteren Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel*. Franz Steiner Verlag Wiesbaden GmbH (Prähistorische Bronzefunde, vol. VI, part 12), Stuttgart, 2003.
- Brandherm 2009 : BRANDHERM (D.), The social context of Early Bronze Age metalworking in Iberia: evidence from burial record. In : Kienlin, Roberts 2009, p. 172-180.
- Brandherm 2011 : BRANDHERM (D.), Frühe “Metallurgengräber” von der Iberischen Halbinsel. Aussagemöglichkeiten zum sozialen Kontext. In : Horejs, Kienlin 2011, p. 317-330.
- Branigan 1974 : BRANIGAN (K.), *Aegean metalwork of the Early and Middle Bronze Age*. Clarendon Press, Oxford, 1974.
- Braun-Feldweg 1988 : BRAUN-FELDWEG (W.), *Metall. Werkformen und Arbeitsweisen*. Th. Schäfer GmbH, Hannover, 1988.
- Bravo 1999 : BRAVO (A. M. M.), *Los orígenes de Lusitania. El I milenio a.C. en la Alta Extremadura*. Real Academia Historia (Biblioteca Archaeologica Hispana, 2), Madrid, 1999.
- Brednich, Schmitt 1997 : BREDNICH (R. W.), SCHMITT (H.) Hrsg, *Symbole. Zur Bedeutung der Zeichen in der Kultur*. Deutscher Volkskundekongreß, Karlsruhe (25. bis 29. September 1995), Waxmann, Münster / New York / München / Berlin, 1997.
- Brein 1982 : BREIN (F.), Ear studs for Greek ladies, *Anatolian Studies*, n° 32, 1982, p. 89-92.

- Brepohl 1980 : BREPOHL (E.), *Theorie und Praxis des Goldschmieds*. Hanser Fachbuchverlag, 16, Leipzig, 1980.
- Briard 1965 : BRIARD (J.), *Les dépôts bretons et l'Âge du Bronze Atlantique*. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie de la faculté des Sciences de Rennes, Rennes, 1965.
- Briard 1984 : BRIARD (J.), L'outillage des fondeurs de l'Âge du Bronze en Armorique. In : *Paléoméallurgie de la France* 1984, p. 139-166.
- Briard 1987 : BRIARD (J.), Systèmes pré-monnaies en Europe protohistorique : fiction ou réalité ? In : Depeyrot et al. 1987, p. 731-743.
- Briard, Mohen 1974 : BRIARD (J.), MOHEN (J.-P.), Le tumulus de la forêt de Carnoët à Quimperlé (Finistère), *Antiquités Nationales*, n° 6, 1974, p. 46-60.
- Briard 1966 : BRIARD (J.) avec la coll. de GOULETQUER (P.-L.), ONNE (Y.), *Dépôts de l'âge du Bronze de Bretagne. La Prairie de Mauves à Nantes*. Faculté des sciences Laboratoire d'anthropologie préhistorique, Rennes, 1966.
- Brøndsted 1962 : BRØNDSTED (J.), *Bronzezeit in Dänemark*. Wachholtz (Nordische Vorzeit, Band 2), Neumünster, 1962.
- Buchwaldek, Pleslova 1989 : BUCHWALDEK (M.), PLESLOVA (E.) Hrsg, *Das Äneolithikum und die frühe Bronzezeit (C<sup>14</sup> 3000-2000 BC) in Mitteleuropa: kulturelle und chronologische Beziehungen*. Actes des XIV Internationales Symposium Univerzita Karlova, Prag-Lilice 1982, Prag, Univ. Karlova (Præhistorica, XV), Praha, 1989.
- Büll 1977 : BÜLL (R.), *Das große Buch vom Wachs. Geschichte, Kultur, Technik*. Callwey, München, 1977.
- Burgess et al. 2007 : BURGESS (C.), TOPPING (P.), LYNCH (E.) eds, *Beyond Stonehenge: Essays on the Bronze Age in Honour of Colin Burgess*. Oxbow Books, Oxford, 2007.
- Butler 1963 : BUTLER (J. J.), Bronze Age connections across the North Sea. A study in prehistoric trade and industrial relations between the British Isles, the Netherlands, north Germany and Scandinavia c. 1700-700 B.C., *Palaeohistoria*, n° 9, 1963, p. 1-286.
- Butler 1979 : BUTLER (J. J.), A late Bronze Age drawing instrument?, *Palaeohistoria*, n° 21, 1979, p. 196-203.
- Butler, Van der Waals 1967 : BUTLER (J. J.), VAN DER WAALS (D.), Bell beakers and early metalworking in the Netherlands, *Palaeohistoria*, n° 12, 1967, p. 41-139.
- Butler, Waterbolk 1974 : BUTLER (J. J.), WATERBOLK (H. T.), La fouille de A. E. van Griffen à "La Motta". Un tumulus de l'Âge du Bronze Ancien à Lannion (Bretagne), *Palaeohistoria*, n° 16, 1974, p. 107-168.
- Cahill 1994a : CAHILL (M.), Boxes, beads, bobbins and... notions, *Archaeology Ireland*, vol. 8, n° 1, 1994, p. 21-23.
- Cahill 1994b : CAHILL (M.), Mr Anthony's bog oak case of gold antiquities, *Proceedings of the Royal Irish Academy*, vol. 94, sec. C, 1994, p. 54-109.
- Cahill 1995 : CAHILL (M.), Later Bronze Age goldwork from Ireland – Form, function and formality. In : Waddell, Shee Twohig 1995, p. 63-72.
- Cahill 1998 : CAHILL (M.), A gold dress-fastener from Clohernagh, Co. Tipparany, and a catalogue of related material. In : Ryan 1998, p. 27-78.

Cahill 1999 : CAHILL (M.), Later Bronze Age goldwork from Ireland. Form and function. *In* : Cauuet 1999, p. 267-275.

Cahill 2001 : CAHILL (M.), Unspoiling the mystery, *Archaeology Ireland*, vol. 15, n° 3, 2001, p. 8-15.

Cahill 2002 : CAHILL (M.), Before the celts. Treasures in gold and bronze. *In* : Wallace, O'Floinn 2002, p. 86-124.

Cahill 2004a : CAHILL (M.), Finding function in the Irish Late Bronze Age. *In* : Perea *et al.* 2004b, p. 349-358.

Cahill 2004b : CAHILL (M.), The golden beads from Tumna, Co. Roscommon. *In* : Roche *et al.* 2004, p. 99-108.

Cahill 2005a : CAHILL (M.), Cuirass to gorget? An interpretation of the structure and decorative elements of some gold ornaments from the Irish Late Bronze Age, *Archaeology Ireland*, vol. 19, n° 4, 2005, p. 26-30.

Cahill 2005b : CAHILL (M.), Roll your own lunula. *In* : Condit, Corlett 2005, p. 53-62.

Cahill 2005c : CAHILL (M.), The strange case of the Strangford Lough hoard, *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, vol. 135, 2005, p. 5-118.

Cahill 2006 : CAHILL (M.), John Windele's golden legacy – Prehistoric and later gold ornaments from Co. Cork and Co. Waterford, *Proceedings of the Royal Irish Academy*, vol. 106, sec. C, 2006, p. 219-337.

Cahill 2010 : CAHILL (M.), Working with wire – The functional and decorative uses of gold wire in Bronze Age Ireland, 2200-700. *In* : Cooney *et al.* 2010, p. 91-105.

Cahill 2015 : CAHILL (M.), Here comes the sun, *Archaeology Ireland*, vol. 29, n° 1, 2015, p. 26-33.

Cahill 2016 : CAHILL (M.), A stone to die for, *Archaeology Ireland*, vol. 30, n° 3, 2016, p. 26-29.

Calegari, Pezzoli 1986 : CALEGARI (G.), PEZZOLI (G.), *Nobili o selvaggi? L'immagine dell'Africa nera e degli africani nelle illustrazioni europee dal Cinquecento al Settecento*. Centro Studi Archeologia Africana, Milano, 1986.

Calinescu 1996 : CALINESCU (A.) ed., *Ancient jewelry and archaeology*. Bloomington, Indiana, 1996.

Callegarin, Gorgues 2013 : CALLEGARIN (L.), GORGUES (A.) coord., Les transferts de technologie au premier millénaire av. J.-C. dans le sud-ouest de l'Europe, Dossier des *Mélanges de la Casa de Velázquez*, Nouvelle série, 2013, p. 43-51.

Campen 2001 : CAMPEN (I.), Grab eines steinzeitlichen Metallhandwerkers?, *Archäologie in Deutschland*, n° 2, 2001, p. 50.

Camps-Fabrer 1970 : CAMPS-FABRER (H.), *Les bijoux de Grande Kabylie. Collections du Musée du Bardo et du Centre de Recherches Anthropologiques, Préhistoriques et Ethnographiques Alger*. Arts et métiers graphiques (Mémoires du Centre de Recherches Anthropologiques, Préhistoriques et Ethnographiques Alger, vol. 12), Paris, 1970.

Caple 2006 : CAPLE (C.), *Objects: Reluctant witnesses to the past*. Archaeology/Heritage Studies, London, 2006.

Cardozo 1957 : CARDOZO (M.), Das origens e técnica do ouro e sua relação com a joalheria arcaica peninsular, *Revista de Guimarães*, n° 67, 1957, p. 5-48.

Case 1977 : CASE (H.), An early accession to the Ashmolean Museum. In : Markovic 1977, p. 18-34.

Catling 1964 : CATLING (H. W.), *Cypriot bronzework in the Mycenaean World*. Monographs on Classical Archaeology, Oxford, 1964.

Cauuet 1994 : CAUQUET (B.), *Les mines d'or gauloises du Limousin*. Éd. Culture & Patrimoine en Limousin, Limoges, 1994.

Cauuet 1999 : CAUQUET (B.) dir., *L'or dans l'Antiquité, de la mine à l'objet*. Actes du colloque international de Limoges (novembre 1994). Fédération Aquitania (Suppl. 9), Bordeaux, 1999.

Cavalheiro, Sanches 1995 : CAVALHEIRO (J.), SANCHES (M. D. J.), Um caso de metalurgia primitiva de ouro na 1ª parte do III milénio A.C.: O abrigo do Buraco da Pala – Mirandela. In : Oliveira Jorge 1995, p. 167-188.

Cavazzi da Montecuccolo 1687 : CAVAZZI DA MONTECUCCOLO (G. A.), *Istorica descrizione de' tre' regni Congo, Matamba et Angola*. G. Monti, Bologna, 1687.

Celestino Pérez 2003 : CELESTINO PÉREZ (S.) ed., *Cancho Roano IX. Los materiales arqueológicos II*. Instituto de Arqueología de Mérida, Mérida, 2003.

Celestino Pérez, Jiménez Avila 2005 : CELESTINO PÉREZ (S.), JIMÉNEZ AVILA (J.) eds, *El período orientalizante*. Actas del III Simposio Internacional de Arqueología de Mérida. Protohistoria del Mediterráneo Occidental (Anejos de Archivo Español de Arqueología, 35), Mérida, 2005.

Celestino Pérez et al. 2008 : CELESTINO PÉREZ (S.), RAFEL (N.), ARMADA PITA (X.-L.) eds, *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VIII a.n.e.)*. La pre-colonización a debate. Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma, Barcelona, 2008.

Chardenoux, Courtois 1979 : CHARDENOUX (M.-B.), COURTOIS (J.-C.), *Les haches dans la France Méridionale*. Beck (Prähistorische Bronzefunde, vol. IX, part 11), München, 1979.

Chevillot, Coffyn 1991 : CHEVILLOT (C.), COFFYN (A.) dir., *L'Âge du Bronze Atlantique. Ses faciès, de l'Écosse à l'Andalousie et leurs relations avec le bronze continental et la Méditerranée*. Actes du 1<sup>er</sup> colloque du parc archéologique de Beynac, Association des Musées du Sarladais, Beynac-et-Cazenac, 1991.

Childe 1945 : CHILDE (V. G.), A bronze-worker's anvil and other tools recently acquired by the Inverness Museum, with a note on another Scottish anvil, *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, vol. 80, 1945, p. 8-11.

Childe 1954 : CHILDE (V. G.), Rotary motion. In : Singer et al. 1954, p. 187-215.

Clark 2009 : CLARK (P.) ed., *Bronze Age Connections: Cultural contact in Prehistoric Europe*. Oxbow Books, Oxford, 2009.

Clark 2014 : CLARK (N. D. L.) ed., *Scottish gold. Fruit of the nation*. Neil Wilson Publishing, Edinburgh, 2014.

Clark, Kemp 1984 : CLARK (D. V.), KEMP (M. M. B.), A hoard of Late Bronze Age gold objects from Height of Brae, Ross and Cromarty District, *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, n° 114, 1984, p. 189-198.

- Clarke 2014 : CLARKE (B.), *Unlocking the secrets of the ribbon torcs*. Rathdrum, 2014.
- Clarke et al. 1985 : CLARKE (D. V.), COWIE (T. G.), FOXON (A.), *Symbols of power at the time of Stonehenge*. HMSO, London, 1985.
- Cline 1937 : CLINE (W.), *Mining and metallurgy in negro Africa*. Banta Publishing Co (General Series in Anthropology, n° 5), Menasha, Wisconsin, 1937.
- Coffey 1908 : COFFEY (G.), The distribution of gold lunulae in Ireland and North-western Europe, *Proceedings of the Royal Irish Academy*, vol. 27, sec. C, 1908, p. 251-258.
- Coffey 1913 : COFFEY (G.), *The Bronze Age in Ireland*. Hodges, Figgis and Co, Dublin, 1913.
- Coffyn 1985 : COFFYN (A.), *Le Bronze final atlantique dans la Péninsule Ibérique*. Université de Bordeaux III, Centre Pierre Paris, Talence, 1985.
- Coffyn et al. 1981 : COFFYN (A.), GOMEZ DE SOTO (J.), MOHEN (J.-P.), *L'apogée du Bronze Atlantique. Le dépôt de Vénat. L'âge du Bronze en France 1*. Picard, Paris, 1981.
- Coghlan 1951 : COGHLAN (H. H.), *Notes on prehistoric metallurgy of copper and bronze in the Old World*. Occasional Papers on Technology, 4, Oxford, 1951.
- Cohausen 1885-1886 : COHAUSEN (V. A. V.), Der Wendelring, *Analen des Vereins für nassauische Altertumskunde und Geschichtsforschung*, n° 19, 1885-1886, p. 176-177.
- Coles 1959 : COLES (J. M.), Scottish late Bronze Age metalwork. Typology, distributions, and technology, *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, n° 93, 1959, p. 16-134.
- Coles 1963 : COLES (J. M.), The Hilton (Dorset) gold ornaments, *Antiquity*, vol. 37, n° 146, 1963, p. 132-134.
- Coles 1968 : COLES (J. M.), The Law Farm hoard, *Archaeological Journal*, 1968, p. 162-174.
- Coles, Simpson 1968 : COLES (J. M.), SIMPSON (D. D. A.) eds, *Studies in Ancient Europe. Essays presented to Stuart Piggott*. Leicester University Press, Leicester, 1968.
- Coles, Taylor 1971 : COLES (J. M.), TAYLOR (J. J.), The Wessex Culture a minimal view, *Antiquity*, vol. 45, n° 177, 1971, p. 6-14.
- Comendador Rey 1998 : COMENDADOR REY (B.), *Los inicios de la metalurgia en el noroeste de la península Ibérica*. Museo Arqueológico Provincial a Coruña (Brigantium, 11), La Coruña, 1998.
- Comendador Rey 2003 : COMENDADOR REY (B.), Metalurgia, minerales y contactos atlánticos en la Prehistoria del Noroeste peninsular: una reflexión. In : Fernandez Manzano, Herrán Martínez 2003, p. 133-144.
- Condit, Corlett 2005 : CONDIT (T.), CORLETT (C.) eds, *Above and beyond: Essays in memory of Leo Swan*. Wordwell, Bray, 2005.
- Congrès Préhistorique de France 1914 : *Congrès Préhistorique de France*. Compte rendu de la neuvième session, Lons-le-Saunier, 1913, Société Préhistorique Française, Paris, 1914.
- Congresso Nacional de Arqueologia 1974 : *Actas do III Congresso Nacional de Arqueologia, Volume 1*. A Junta, Porto, 1974.
- Cooney et al. 2010 : COONEY (G.), BECKER (K.), COLES (J.), RYAN (M.), SIEVERS (S.) eds, *Relics of Old Decency. Archaeological Studies in Later Prehistory. A Festschrift for Barry Raftery*. Wordwell, Dublin, 2010.

- Corfield 2012 : CORFIELD (M.), The decoration of Bronze Age dagger handles with gold studs. *In* : Trigg 2012, p. 75-93.
- Correia 2016 : CORREIA (V. H.), A ourivesaria arcaica no ocidente peninsular. Estado de la questão, problemática arqueológicas e perspectivas de desenvolvimento do campo de estudo, *O Arqueólogo Português*, série V, n° 3, 2016, p. 15-114.
- Correia et al. 2013 : CORREIA (V. H.), PARREIRA (R.), SILVA (A. C. F.), *Ourivesaria Arcaica em Portugal. O brilho do poder*. CTT, Lisboa, 2013.
- Coutil 1912 : COUTIL (L.), Enclumes de l'Âge du Bronze, *L'Homme Préhistorique*, n° 10, 1912, p. 97-104.
- Coutil 1914 : COUTIL (L.), La cachette de fondeur de Larnaud (Jura). *In* : *Congrès Préhistorique de France 1914*, p. 451-469.
- Cowie 1994 : COWIE (T.), A Bronze Age gold torc from Minch, *Hebridian Naturalist*, n° 12, 1994, p. 19-21.
- Cowie 2004 : COWIE (T.), Prunkdolche aus Schottland. *In* : Meller 2004, p. 176-177.
- Cowie et al. 2011 : COWIE (T.), ARMBRUSTER (B.), KIRK (S.), A Middle Bronze Age gold ring from Falklandwood, Falkland, Fife, *Tayside and Fife Archaeological Journal*, n° 17, 2011, p. 19-24.
- Craddock, Hughes 1985 : CRADDOCK (P. T.), HUGHES (M. J.) eds, *Furnaces and smelting technology in Antiquity*. British Museum Press (Occasional Paper, 48), London, 1985.
- Crane 1983 : CRANE (E.), *The archaeology of beekeeping*. Cornell University Press, Ithaca, 1983.
- Crawford 1982 : CRAWFORD (H.), Analogies, anomalies and research strategy, *Paléorient*, vol. 8, n° 1, 1982, p. 5-11.
- Cushing 1894 : CUSHING (F. H.), Primitive copper working: An experimental study, *American Anthropologist*, vol. 7, n° 1, 1894, p. 93-117.
- Dams 1978 : DAMS (L. R.), Bees and honey-hunting scenes in the Mesolithic rock art of eastern Spain, *Bee World*, vol. 59, n° 2, 1978, p. 45-53.
- David, Kramer 2001 : DAVID (N.), KRAMER (C.), *Ethnoarchaeology in action*. Cambridge World Archaeology, Cambridge, 2001.
- Davies 1933 : DAVIES (N. G.), *The tombs of Menkheperasonb, Amenmosé and another*. The Egypt Exploration Society, London, 1933.
- De Bois 1999 : DE BOIS (G.), *La ciselure et ses techniques. Le bronze, l'orfèvrerie, la bijouterie*. Éditions H. Vial, Paris, 1999.
- Déchelette 1924 : DÉCHELETTE (J.), *Manuel d'archéologie préhistorique, celtique et gallo-romaine II, Archéologie celtique ou protohistorique, Âge du Bronze*. 2<sup>e</sup> édition, Picard, Paris, 1924.
- Delgado Raack, Risch 2006 : DELGADO RAACK (S.), RISCH (R.), La tumba n° 3 de Los Cipreses y la metalurgia arcaica, *Alberca*, n° 4, 2006, p. 21-50.
- Delibes de Castro, Elorza y Belen Castillo 1995 : DELIBES DE CASTRO (G.), ELORZA Y BELEN CASTILLO (J. C.), La dota de una princesa Irlandesa? A propósito de un torques áureo de la Edad de Bronce hallado en Castrojeriz (Burgos). *In* : *Homenaje 1995*, p. 51-61.

Delibes de Castro, Fernandez Manzano 1983 : DELIBES DE CASTRO (G.), FERNANDEZ MANZANO (J.), En torno al depósito de la Edad del Bronce de Valdevimbre (León), *Sautuola*, n° 3, 1983, p. 101-119.

De Noblet 1981 : DE NOBLET (J.), *Manifeste pour le développement de la culture technique*. Centre de recherche sur la culture technique (Culture Technique, n° 6), Neuilly-sur-Seine, 1981.

Depeyrot *et al.* 1987 : DEPEYROT (G.), HACKENS (T.), MOUCHARTE (G.) eds, *Rythmes de la production monétaire, de l'Antiquité à nos jours*. Actes du Colloque international de Paris (10-12 janvier 1986). Numismatica Hoc, Louvain-la-Neuve, 1987.

Deppert-Lippitz 1996 : DEPERT-LIPPITZ (B.), *Ancient gold jewelry at the Dallas Museum of Art*. Premier Book Marketing Ltd, Washington, 1996.

Devauges 1970 : DEVAUGES (J.-B.), Découverte d'un bracelet d'or "au Bois de la Manche" sur la commune de la Rochepot (Côte-d'Or), *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, t. 21, fasc. 3-4, 1970, p. 429-436.

Devauges 1971 : DEVAUGES (J.-B.), Quelques précisions sur le bracelet de la Rochepot, *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, t. 22, fasc. 1-2, 1971, p. 101-109.

Dietz, Jockenhövel 2011 : DIETZ (U. L.), JOCKENHÖVEL (A.) Hrsg, *Bronzen im Spannungsfeld zwischen praktischer Nutzung und symbolischer Bedeutung*. Beiträge zum internationalen Kolloquium, Münster (9-10 Oktober 2008). Franz Steiner Verlag (Prähistorische Bronzefunde, Abteilung 20, vol. 13), Stuttgart, 2011.

Dobres 1999 : DOBRES (M.-A.), Of great and small chaînes of being: towards understanding the sensual and social embodiment of prehistoric technology. In : Sillar, Boyd 1999, p. 1-19.

Dobres 2000 : DOBRES (M.-A.), *Technology and social agency. Outlining the framework for archaeology*. Blackwell, Malden, 2000.

Dobres, Hoffman 1999 : DOBRES (M.-A.), HOFFMAN (C. R.) eds, *The social dynamics of technology. Practice, Politics and World Views*. Smithsonian Books, Washington, London, 1999.

Downes, Ritchie 2003 : DOWNES (J.), RITCHIE (A.) eds, *Sea change. Orkney and Northern Europe in the Later Iron Age AD 300-800*. Pinkfoot Press, Edinburgh, 2003.

Drescher 1954 : DRESCHER (H.), Ein Beitrag zur Verwendung von Meßstäben und anderen Zeichenhilfsmitteln während der Bronzezeit, *Offa*, n° 13, 1954, p. 41-50.

Drescher 1957 : DRESCHER (H.), Zur Verwendung von Bronzewerkzeugen in der älteren Bronzezeit, *Hammaburg*, n° 11, 1957, p. 23-29.

Drescher 1958 : DRESCHER (H.), *Der Überfangguß. Ein Beitrag zur Geschichte der Metalltechnik*. Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, 1958.

Drescher 1963 : DRESCHER (H.), Das Profil der Sonnenscheibe von Moordorf, *Die Kunde N.F.*, n° 14, 1963, p. 112-124.

Drescher 1968 : DRESCHER (H.), Punzen der jüngeren Bronzezeit aus Altmaterial, *Jahresschrift Halle*, n° 52, 1968, p. 131-142.

Drescher 1978 : DRESCHER (H.), Bohrer. In : Beck *et al.* 1978, p. 189-203.

- Drescher 1980 : DRESCHER (H.), Zur Technik der Hallstattzeit. In : Pömer 1980, p. 54-66 et 204-210.
- Drescher 1985 : DRESCHER (H.), Drehbank. In : Beck *et al.* 1985, p. 158-171.
- Drescher 1987 : DRESCHER (H.), Zwei Gießformen aus Neckargartach. In : Jacob 1987, p. 24-31.
- Driehaus 1968 : DRIEHAUS (J.), *Archäologische Radiographie*. Rheinland-Vlg. (Archaeo-Physika, 4), Düsseldorf, 1968.
- Drieux-Daguerre 2008 : DRIEUX-DAGUERRE (M.) dir., *Mesures et analyses : regards croisés des conservateurs-restaurateurs et des scientifiques. Méthodes actuelles de consolidation*. Actes des XXII<sup>e</sup> Journées des restaurateurs en archéologie (12-13 octobre 2006), Association des restaurateurs d'art et d'archéologie de formation universitaire (Conservation - restauration des biens culture, Cahier technique, n° 16), Paris, Toulouse, 2008.
- Duris 2006 : DURIS (P.) éd., *Histoire et éthique des sciences et des techniques*. Université de Bordeaux 1 (Cahiers d'Epistémé, 1), Bordeaux, 2006.
- Duval *et al.* 1989 : DUVAL (A.), ÉLUÈRE (C.), HURTEL (L.), Joining techniques in ancient gold jewellery, *Jewellery Studies*, n° 3, 1989, p. 5-13.
- Easby 1974 : EASBY (D. T.), Early metallurgy in the New World, *New World Archaeology, Scientific American*, 1974, p. 249-256.
- Echt, Thiele 1995 : ECHT (R.), THIELE (W. R.), Sintering, welding, brazing and soldering as bonding techniques in Etruscan and Celtic goldsmithing. In : Morteani, Northover 1995, p. 435-451.
- Eggert 2003 : EGGERT (M. K. H.), Das Materielle und das Immaterielle: über archäologische Erkenntnis. In : Veit *et al.* 2003, p. 423-461.
- Ehrenberg 1981 : EHRENBERG (M. R.), The anvils of Bronze Age Europe, *The Antiquaries Journal*, vol. 61, n° 1, 1981, p. 14-28.
- Ehrenreich 1991 : EHRENREICH (R. M.), *Metals in society: theory beyond analyses*. Masca (Research Papers in Science and Archaeology, vol. 8, pt. 2), Philadelphia, 1991.
- Eiwanger 1989 : EIWANGER (J.), Talanton. Ein bronzezeitlicher Goldstandard zwischen Ägäis und Mitteleuropa, *Germania*, Band 67, n° 2, 1989, p. 445-462.
- Eliten der Bronzezeit* 1999 : *Eliten in der Bronzezeit. Ergebnisse zweier Kolloquien in Mainz und Athen*. Römisch-Germanischen Zentralmuseums (RGZM Monographien, 43), Mainz, 1999.
- Éluère 1977 : ÉLUÈRE (C.), Les premiers ors en France, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 74, n° 1, 1977, p. 390-419.
- Éluère 1980 : ÉLUÈRE (C.), Réflexion à propos de "boucles d'oreilles" torsadées en or de types connus à l'Âge du Bronze, *Antiquités Nationales*, n° 12/13, 1980, p. 34-39.
- Éluère 1982 : ÉLUÈRE (C.), *Les ors préhistoriques. L'Âge du Bronze en France 2*. Picard, Paris, 1982.
- Éluère 1985a : ÉLUÈRE (C.), Attention aux pierres de touche !, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 82, n° 7, 1985, p. 203-205.

- Éluère 1985b : ÉLUÈRE (C.), Clous d'incrustation en or des tumulus armoricains. In : *Paléoméallurgie de la France* 1985, p. 55-70.
- Éluère 1986 : ÉLUÈRE (C.), A prehistoric touchstone from France, *Gold Bulletin*, n° 19, 1986, p. 58-61.
- Éluère 1992 : ÉLUÈRE (C.), Le plus ancien bijou d'or de France, *Journal of Alloys and Compounds*, n° 183, 1992, p. 1-6.
- Éluère 1993 : ÉLUÈRE (C.) coord., *Outils et ateliers d'orfèvres des temps anciens*. Actes du colloque international de Saint-Germain-en-Laye (17-19 janvier 1991), Musée des Antiquités nationales (Mémoire 2), Saint-Germain-en-Laye, 1993.
- Éluère, Mohen 1993 : ÉLUÈRE (C.), MOHEN (J.-P.), Problèmes des enclumes et matrices en bronze de l'Âge du Bronze en Europe occidentale. In : Éluère 1993, p. 13-22.
- Enríquez 1991 : ENRÍQUEZ (J. J.), Apuntes sobre el tesoro del Bronce Final llamado de Valdeobispo, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 48, 1991, p. 215-224.
- Eogan 1964 : EOGAN (G.), The Late Bronze Age in Ireland in the light of recent research, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 30, 1964, p. 268-351.
- Eogan 1967 : EOGAN (G.), The associated finds of gold bar torcs, *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, vol. 97, n° 2, 1967, p. 129-175.
- Eogan 1969 : EOGAN (G.), Lockrings of the Late Bronze Age, *Proceedings of the Royal Irish Academy*, vol. 67, sec. C, n° 4, 1969, p. 93-148.
- Eogan 1972 : EOGAN (G.), "Sleeve-fasteners" of the Late Bronze Age. In : Lynch, Burgess 1972, p. 189-209.
- Eogan 1974 : EOGAN (G.), Pins of the Irish Late Bronze Age, *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, vol. 104, 1974, p. 74-119.
- Eogan 1981a : EOGAN (G.), Gold discs of the Irish Late Bronze Age. In : O'Corráin 1981, p. 147-162.
- Eogan 1981b : EOGAN (G.), The gold vessels of the Bronze Age in Ireland and beyond, *Proceedings of the Royal Irish Academy*, vol. 81, sec. C, n° 14, 1981, p. 345-382.
- Eogan 1983a : EOGAN (G.), *The hoards of the Irish Later Bronze Age*. University College, Dublin, 1983.
- Eogan 1983b : EOGAN (G.), Ribbon torcs in Britain and Ireland. In : O'Connor, Clark 1983, p. 87-126.
- Eogan 1994 : EOGAN (G.), *The accomplished art. Gold and gold-working in Britain and Ireland during the Bronze Age (c. 2300-650 BC)*. Oxford Books (Monograph 42), Oxford, 1994.
- Eogan 1997 : EOGAN (G.), "Hair-rings" and European Late Bronze Age Society, *Antiquity*, vol. 72, n° 272, 1997, p. 308-320.
- Eogan 2008 : EOGAN (G.), Decorated thick penannular rings of the Irish late Bronze Age. In : Verse et al. 2008, p. 177-183.
- Eriksen 2010 : ERIKSEN (B.) ed., *Lithic technology in metal using societies*. Proceedings of a UISPP Workshop, Lisbon (September 2006), Aarhus University Press, Aarhus, 2010.

- Escortell Ponsoda 1982 : ESCORTELL PONSODA (M.), *Catálogo de las Edades de los Metales del Museo Arqueológico Oviedo*. Museo Arqueológico, Oviedo, 1982.
- Esparza Arroyo, Larrazabal Galarza 2000 : ESPARZA ARROYO (A.), LARRAZABAL GALARZA (J.), El castro de la Mazada (Zamora): elementos metálicos y contexto peninsular. In : *Proto-história da Península Ibérica* 2000, p. 433-475.
- Estacio da Veiga 1891 : ESTACIO DA VEIGA (S. P. M.), *Antiguidades monumentales do Algarve. Tempos pré-históricos IV*. Imprensa Nacional, Lisboa, 1891.
- Evans 1872 : EVANS (J.), *The Ancient Stone Implements, Weapons and Ornaments of Great Britain*. Franklin Classics, London, 1872.
- Evans 1881 : EVANS (J.), *The Ancient Bronze Implements, Weapons and Ornaments of Great Britain and Ireland*. Longmans, Green & Co, London, 1881.
- Evans 1936 : EVANS (T. F.), *Hammered metalwork*. University of London Press, London, 1936.
- Evans 1978 : EVANS (R. K.), Early craft specialization: An example from the Balkan Chalcolithic. In : Redman et al. 1978, p. 113-129.
- Fabian 2006 : FABIAN (O.), Die Schmiedegeräte der älteren Bronzezeit Skandinaviens und Schleswig-Holsteins, *Mitteilungen der Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte*, Band 27, 2006, p. 23-40.
- Fagg 1952 : FAGG (W.), Ironworking with a stone hammer among the Tula of northern Nigeria, *Man*, vol. 52, Apr. 1952, p. 51-53.
- Falgayettes-Leveau 2004 : FALGAYETTES-LEVEAU (C.) dir., *Signes du corps*. Musée Dapper, Paris, 2004.
- Fecht 1986 : FECHT (M.), Handwerkstechnische Untersuchungen. In : Schauer 1986, p. 80-103.
- Feldhaus 1965 : FELDHAUS (F. M.), *Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. Ein Handbuch für Archäologen und Historiker, Museen und Sammler, Kunsthändler und Antiquare, Mit 873 Abbildungen*. Wentworth Press, München, 1965.
- Feller, Tourret 1987 : FELLER (P.), TOURRET (F.), *L'outil. Dialogue de l'homme avec la matière*. A. de Visscher (Coll. Art et Histoire), Bruxelles, 1987.
- Fernandez Manzano, Herrán Martínez 2003 : FERNANDEZ MANZANO (J.), HERRÁN MARTÍNEZ (J. I.) eds, *Mineros y fundidores en el inicio de la edad de los metales. El Midi francés y el Norte de la Península Ibérica*. MIC, León, 2003.
- Ferreira da Silva 1986 : FERREIRA DA SILVA (A. C.), *A cultura castreja*. Paços de Ferreira, 1986.
- Festschrift Gero von Merhart 1986 : *Festschrift Gero von Merhart*. Hitzeroth (Marburger Studien zur VFG, 7), Marburg, 1986.
- Feugère, Gérold 2004 : FEUGÈRE (M.), GÉROLD (J.-C.) dir., *Le tournage des origines à l'an Mil*. Actes du colloque international d'archéologie, Niederbronn-les-Bains (octobre 2003), Éd. Mergoïl (Monographies Instrumentum, 27), Montagnac, 2004.
- Fischer 1984 : FISCHER (A.), *Afrika im Schmuck*. DuMont Kalenderverlag, Köln, 1984.
- Fischer, Himmelheber 1981 : FISCHER (E.), HIMMELHEBER (H.) Hrsg, *Das Gold in der Kunst Westafrikas*. Museum Rietberg, Zürich, 1981.

Fitzpatrick 2002a : FITZPATRICK (A. P.), The Amesbury archer. An immigrant from Central Europe?, *Current Archaeology*, n° 184, 2002, p. 145-153.

Fitzpatrick 2002b : FITZPATRICK (A. P.), "The Amesbury archer": a well-furnished Early Bronze Age burial in southern England, *Antiquity*, vol. 76, n° 293, 2002, p. 629-630.

Fitzpatrick 2009 : FITZPATRICK (A. P.), In his hands and in his head: The Amesbury Archer as a metalworker. *In* : Clark 2009, p. 176-188.

Fitzpatrick 2011 : FITZPATRICK (A. P.), *The Amesbury Archer and the Boscombe Bowmen. Bell Beaker burials at Boscombe Down, Amesbury, Wiltshire*. Trust for Wessex Archaeology (Wessex Archaeology Report, 27), Salisbury, 2011.

Fitzpatrick 2013 : FITZPATRICK (A. P.), The arrival of the Bell Beaker Set in Britain and Ireland. *In* : Koch, Cunliffe 2013, p. 41-70.

Fitzpatrick *et al.* 2016 : FITZPATRICK (A. P.), DELIBES DE CASTRO (G.), GUERRA DOCE (E.), VAZQUEZ (V.), Bell Beaker connections along the Atlantic façade: the gold ornaments from Tablada del Rudron, Burgos, Spain. *In* : Guerra Doce, Liesau von Lettow-Vorbeck 2016, p. 37-54.

Fokkens, Harding 2013 : FOKKENS (H.), HARDING (A.) eds, *The Oxford Handbook of the European Bronze Age*. Oxford University Press, Oxford, 2013.

Fontan, Le Meaux 2007 : FONTAN (E.), LE MEAUX (H.) dir., *La Méditerranée des Phéniciens de Tyr à Carthage*. Catalogue d'exposition de l'Institut du monde arabe, Somogy éditions d'art, Paris, 2007.

Forbes 1958 : FORBES (R. J.), *Studies in ancient technology*, Vol. VI. E. J. Brill, Leiden, 1958.

Formigli 1993 : FORMIGLI (E.), Sulla tecnica di costruzione dei fili d'oro nell'oreficeria etrusca. *In* : Éluère 1993, p. 35-38.

Foster, Alcock 1963 : FOSTER (I. L. I.), ALCOCK (L.) eds, *Culture and environment: Essays in honour of Sir Cyril Fox*. Routledge & Kegan Paul, London, 1963.

Franchi, Bonora 2005 : FRANCHI (C.), BONORA (G.L.), *Techniche e sapetti manifatturieri*. *In* : Anisimova *et al.* 2005, p. 46-55.

Freudenberg 2006 : FREUDENBERG (M.), Cushion stones and other stone tools for early metalworking in Schleswig-Holstein. Some new aspects on local Bronze Age society. *In* : Astruc *et al.* 2006, p. 313-320.

Friel 1995 : FRIEL (J. J.), *X-ray and image analysis in electron microscopy*. Princeton Gamma-Tech, Princeton, 1995.

Fritsch *et al.* 1998 : FRITSCH (B.), MAUTE (M.), MATUSCHIK (I.), MÜLLER (J.), WOLF (C.) Hrsg, *Tradition und Innovation. Prähistorische Archäologie als historische Wissenschaft, Festschrift für Christian Strahm*. VML Vlg Marie Leidorf (Internationale Archäologie, Studia honoraria, Band 3), Rahden/Westfalen, 1998.

Fröhlich 1981 : FRÖHLICH (M.), Zur Technik des Goldgusses der Ashanti (Ghana). *In* : Fischer, Himmelheber 1981, p. 43-58.

Fröhlich 2000 : FRÖHLICH (S.) Hrsg, *Gold für die Ewigkeit - Das germanische Fürstengrab von Gommern*. Katalog zur Sonderausstellung in Halle (18.10.2000-28.02.2001), LfA Sachsen-Anhalt, Halle, 2000.

- Gabus 1982 : GABUS (J.), *Sahara. Bijoux et techniques*. La Baconnière, Neuchâtel, 1982.
- Gachina, Lavallée 1976 : GACHINA (J.), LAVALLÉE (P.), Le torque en or découvert à Cressé (Charente-Maritime), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 73, n° 3, 1976, p. 91-96.
- Galán, Ruíz-Gálvez Priego 1996 : GALÁN (E.), RUÍZ-GÁLVEZ PRIEGO (M.), Divisa, dinero, y moneda. Aproximación al estudio de los patrones metalológicos prehistóricos peninsulares. In : Querol, Chapa 1996, p. 151-165.
- García Atiénzar, Barcielo Golzález 2017 : GARCÍA ATIÉNZAR (G.), BARCIELO GOLZÁLEZ (V.), El tesoro de Villena: Caracterización, uso, función de ocultación de la edad del Bronce. In : Rodríguez Díaz *et al.* 2017, p. 61-86.
- García-Bellido *et al.* 2011 : GARCIA-BELLIDO (M. P.), CALLEGARIN (L.), JIMENEZ DIAZ (A.) eds, *Barter, money and coinage in the ancient Mediterranean (10<sup>th</sup>-1<sup>st</sup> centuries BC)*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Anejos de AESPA, LVIII), Madrid, 2011.
- Garenne-Marot 1985 : GARENNE-MAROT (L.), Le travail du cuivre dans l'Égypte pharaonique d'après les peintures et les bas-reliefs, *Paléorient*, vol. 11, n° 1, 1985, p. 85-100.
- Garrard 1989 : GARRARD (T. F.), *Afrikanisches Gold*. Prestel, München, 1989.
- Gaucher 1981 : GAUCHER (G.), *Sites et cultures de l'âge du Bronze dans le Bassin parisien*. Éditions du CNRS (Gallia Préhistoire, XV<sup>e</sup> Suppl.), Paris, 1981.
- Gerloff 2003 : GERLOFF (S.), Goldkegel, Kappe und Axt: Insignien bronzezeitlichen Kultes und Macht. In : Springer 2003, p. 191-203.
- Gerloff 2019 : GERLOFF (S.), Die kupfer- und bronzezeitlichen „Sonnenscheiben“ aus dem atlantischen Europa, *Die Kunde: Zeitschrift für Ur- und Frühgeschichte*, 67 (2016), 2019, p. 151-220.
- Gessner 2005 : GESSNER (K.), Vom Zierrat zum Zeichen von Identitäten: Soziokulturelle Betrachtung auf der Grundlage des endneolithischen Schmucks im Mittelbe-Saale-Gebiet, *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift*, Band 46, Heft 1, 2005, p. 1-26.
- Giumlia-Mair, Rubinich 2002 : GIUMLIA-MAIR (A.), RUBINICH (M.) eds, *Le arti di efesto. Capolavori in metallo dalla Magna Grecia*. Silvana, Milano, 2002.
- Gogâltan 1999-2000 : GOGÂLTAN (F.), Aspecte privind metalurgia bronzului în bazinul carpatic. Ciocanele și nicovalele cu toc de înmanusare din România, *Ephemeris Napocensis*, 9-10, 1999-2000, p. 5-59.
- Gomez de Soto 1979 : GOMEZ DE SOTO (J.), Le moule pour marteaux à douille de La Roche-l'Abeille (Haute-Vienne), *Revue Archéologique du Centre de la France*, t. XVIII, n° 69-70, 1979, p. 29-33.
- Gomez de Soto 1980 : GOMEZ DE SOTO (J.), *Les cultures de l'Âge du Bronze dans le bassin de la Charente*. Éd. Pierre Fanlac, Périgueux, 1980.
- Gomez de Soto 1984 : GOMEZ DE SOTO (J.), Matériel de fondeur de l'Âge du Bronze dans le bassin de la Charente. In : *Paléoméallurgie de la France* 1984, p. 169-180.
- Gomez de Soto 2001 : GOMEZ DE SOTO (J.), Un nouveau locus du Bronze final au Bois du Roc à Vilhonneur (Charente) : le réseau de la Cave Chaude, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 98, n° 1, 2001, p. 115-122.

- Gonçalves 2005 : GONÇALVES (V. S.) coord., *Cascais ha 5000 anos*. Câmara Municipal de Cascais, Cascais, 2005.
- Good 1985 : GOOD (M.), Antiklastisches Formen, *Aurum*, n° 23, 1985, p. 42-48.
- Good 1992 : GOOD (M.), Anticlastic raising. In : MacCreight 1992, p. 29-40.
- Gould, Watson 1982 : GOULD (R. A.), WATSON (P. J.), A dialogue on the meaning and use of analogy in ethnoarchaeological reasoning, *Journal of Anthropological Archaeology*, vol. 1, n° 4, 1982, p. 355-381.
- Gowland 1896 : GOWLAND (W.), *Casting bronze in Japan*. The Smithsonian report, Washington, 1896.
- Gray 1909 : GRAY (H. St. G.), The gold torc found at Yeovil, *Proceedings of the Somerset Natural History and Archaeology Society*, vol. 55, n° 2, 1909, p. 66-84.
- Greenaway 2003 : GREENAWAY (J.), Museum of Reading. Torc n° 5275, *National Art Collection Fund Review*, 2003, p. 106.
- Gröning 1997 : GRÖNING (K.), *Decorated skin. A world survey of body art*. Thames & Hudson Ltd, London, 1997.
- Gross 1883 : GROSS (V.), *Les protohelvètes ou les premiers colons sur les bords des lacs de Bienne et Neuchâtel*. A. Asher, Paris, 1883.
- Grossman 1972 : GROSSMAN (J. W.), An ancient goldworker's tool kit. The earliest metal technology in Peru, *Archaeology*, vol. 25, n° 4, 1972, p. 270-275.
- Guérin, Armbruster 2015 : GUÉRIN (S.), ARMBRUSTER (B.), Le disque en or des dépôts de Ribécourt-Dreslincourt (Oise), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 112, n° 1, 2015, p. 148-151.
- Guerra, Calligaro 2004 : GUERRA (M. F.), CALLIGARO (T.), Gold traces to trace the gold, *Journal of Archaeological Science*, vol. 31, n° 9, 2004, p. 1 199-1 208.
- Guerra Doce, Liesau von Lettow-Vorbeck 2016 : GUERRA DOCE (E.), LIESAU VON LETTOW-VORBECK (C.) eds, *Analysis of the economic foundations supporting the social supremacy of the Beaker groups*. Proceedings of the XVII UISPP World Congress, Burgos (1-2 September), vol. 6, session B36, Archaeopress Archaeology, Oxford, 2016.
- Guilaine, Éluère 1998 : GUILAINE (J.), ÉLUÈRE (C.), Sur les origines de la métallurgie de l'or dans les Corbières. In : Fritsch *et al.* 1998, p. 175-182.
- Guksch 1993 : GUKSCH (C. E.), Über Analogien, *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift*, n° 2, 1993, p. 151-157.
- Gwilt *et al.* 2004 : GWILT (A.), LODWICK (M.), DAVIS (M.), Burton, Wrexham: Middle Bronze Age hoard of gold objects and bronze tools with a pot. In : Treasure 2004, p. 198-199.
- Hackens 1980 : HACKENS (T.) éd., *Études sur l'orfèvrerie antique. Aurifex 1*. Institut supérieur d'archéologie et d'histoire de l'art (Publications d'histoire de l'art et d'archéologie de l'Université catholique de Louvain, 14. Aurifex, 1), Louvain-la-Neuve, 1980.
- Hahne 1912 : HAHNE (H.), Das frühbronzezeitliche Goldgeschmeide von Schulenburg, Kr. Marienburg, *Mannus*, 1912, p. 70-71.
- Hammer 1998 : HAMMER (P.), Verfahrenstechnische Untersuchungen. In : Voss *et al.* 1998, p. 179-199.

- Hansen, Pingel 2001 : HANSEN (S.), PINGEL (V.) Hrsg, *Archäologie in Hessen. Neue Funde und Befunde. Festschrift für Fritz-Rudolf Herrmann*. Rahden/Westfalen, 2001.
- Hardy 1937 : HARDY (E. M.), Gold lunulae from Danemark, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 3, n° 1-2, 1937, p. 465.
- Harris 2001 : HARRIS (M.), *The rise of anthropological theory. A history of theories of culture*. Updated edition, New York, London, 2001.
- Harrison 1974 : HARRISON (R. J.), Ireland and Spain in the Early Bronze Age, *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, n° 104, 1974, p. 52-73.
- Harrison 1977 : HARRISON (R. J.), *The Bell beaker cultures of Spain and Portugal*. Harvard University Press (American School of prehistoric research bulletin, n° 25), Cambridge, Massachussets, 1977.
- Hartmann 1970 : HARTMANN (A.), *Prähistorische Goldfunde aus Europa*. Studien zu den Anfängen der Metallurgie, Band 3. Gebr. Mann, Berlin, 1970.
- Hartmann 1978 : HARTMANN (A.), Irish and British gold types and their West European counterparts. *In* : Ryan 1978, p. 215-228.
- Hartmann 1982 : HARTMANN (A.), *Prähistorische Goldfunde aus Europa II*. Mann (Studien zu den Anfängen der Metallurgie, Band 5), Berlin, 1982.
- Haudricourt 1987 : HAUDRICOURT (A.-G.), *La technologie, science humaine. Recherches d'histoire et d'ethnologie des techniques*. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1987.
- Hauptmann 1989 : HAUPTMANN (A.) Hrsg, *Archäometallurgie der Alten Welt*. Proceedings of the International Symposium "Old World Archaeometallurgy", Selbstverlag des Deutschen Bergbau-Museums, Bochum, ed. 1989.
- Hautenauve 2005 : HAUTENAUVE (H.), *Les torques d'or du second Âge du Fer en Europe. Techniques, typologies et symboliques* (Travaux du Laboratoire d'Anthropologie de Rennes, 44), Rennes, 2005.
- Hawkes 1932 : HAWKES (C. F. C.), The Towednack gold hoard, *Man*, vol. 32, Aug. 1932, p. 177-186.
- Hawkes 1961a : HAWKES (C. F. C.), Goldearrings of the Bronze Age, east and west, *Folklore*, vol. 72, n° 3, 1961, p. 438-474.
- Hawkes 1961b : HAWKES (C. F. C.), The newly found goldtorc from Moulsoford, Berkshire, *Antiquity*, vol. 35, n° 139, 1961, p. 240-242.
- Hawkes 1971 : HAWKES (C. F. C.), The Sintra goldcollar, *British Museum Quarterly*, vol. 35-1-4, 1971, p. 38-50.
- Hawkes, Clark 1963 : HAWKES (C. F. C.), CLARK (D. V.), Gahlstorf and Caister-on-sea: two finds of Late Bronze Age Irish gold. *In* : Foster, Alcock 1963, p. 193-250.
- Hecht, Freiburger 2000 : HECHT (L.), FREIBERGER (R.) Hrsg, *Beiträge aus der Mineralogie, Gechemie, Lagerstättenforschung, Archäometrie und Denkmalpflege. Festschrift zum 65. Geburtstag von Professor Dr.-Ing. Giulio Morteani*. Münchner Geologische Hefte A 28, München, 2000.
- Henshall 1968 : HENSHALL (A. S.), Scottish dagger graves. *In* : Coles, Simpson 1968, p. 173-195.

- Herbert 1984 : HERBERT (E. H.), *Red gold of Africa. Copper in precolonial history and culture*. University of Wisconsin Press, Wisconsin, 1984.
- Herity 1969 : HERITY (M.), Early finds of Irish Antiquities, *The Antiquaries Journal*, vol. 49, n° 1, 1969, p. 1-21.
- Hernando 1983 : HERNANDO (A.), La orfebrería durante el Calcolítico y el Bronce Antiguo en la Península Ibérica, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 40, n° 1, 1983, p. 85-138.
- Herrmann 1999a : HERRMANN (F.-R.), Eine irische Goldlunula aus Hessen. In : Herrmann 1999b, p. 267-270.
- Herrmann 1999b : HERRMANN (F.-R.) Hrsg, *Festschrift für Günter Smolla. Vol. 1. Materialien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen*. Landesamt für Denkmalpflege Hessen, Band I.8, Wiesbaden, 1999.
- Heynowski 2000 : HEYNOWSKI (R.), *Die Wendelringe der späten Bronze- und frühen Eisenzeit*. Dr. Rudolf Habelt GmbH (Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, Band 64), Bonn, 2000.
- Hilton-Simpson 1924 : HILTON-SIMPSON (M. W.), The pole-lathe in Algeria and England, *Man*, vol. 24, Apr. 1924, p. 49-51.
- Hodges 1964 : HODGES (H.), *Artifacts. An introduction to early materials and technology*. Bristol Classical Press, London, 1964.
- Höfer 1906 : HÖFER (P.), Der Leubinger Grabhügel, *Jahresschrift für die Vorgeschichte der sächsisch-thüringischen Länder*, Band 5, 1906, p. 1-59.
- Höglinger 1996 : HÖGLINGER (P.), *Der spätbronzezeitliche Depotfund von Sipbachzell/OÖ*. Stadtmuseum Linz, Linzer Archäologische Forschungen (Sonderheft XVI), Linz, 1996.
- Homenaje 1995 : *Homenaje al Prof. Juan José Martín González*. Universidad de Valladolid, Madrid, 1995.
- Horejs, Kienlin 2011 : HOREJS (B.), KIENLIN (T. L.) Hrsg, *Siedlung und Handwerk – Studien zu sozialen Kontexten in der Bronzezeit. Beiträge zu den Sitzungen der Arbeitsgemeinschaft Bronzezeit auf der Jahrestagung des Nordwestdeutschen Verbandes für Altertumsforschung in Schleswig 2007 und auf dem Deutschen Archäologenkongress in Mannheim 2008*. Habelt, Bonn, 2011.
- Hostmann 1877 : HOSTMANN (C.), Zur Technik der antiken Bronzeindustrie, *Archiv für Anthropologie*, Band 10, 1877, p. 41-62.
- Hughes 2000 : HUGHES (G.), *The Lockington gold hoard. An early Bronze Age barrow cemetery at Lockington, Leicestershire*. Oxbow Books, Oxford, 2000.
- Hundt 1964 : HUNDT (H. J.), Besprechung von A. Pietzsch, Zur Technik der Wendelringe, Berlin 1964, *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums*, Band 11, 1964, p. 214-217.
- Hundt 1975 : HUNDT (H. J.), Steinerner und kupferne Hämmer der frühen Bronzezeit, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, n° 5, 1975, p. 115-120.
- Hundt 1976 : HUNDT (H. J.), Ein frühbronzezeitlicher Kupferhammer aus Meckenheim, Kr. Neustadt/Weinstr., *Archäologisches Korrespondenzblatt*, n° 6, 1976, p. 117-122.
- Hundt 1986 : HUNDT (H. J.), Zwei minoische Bronzegeräte zum Treiben von Metallgefäßen aus Kreta, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, n° 16, 1986, p. 279-282.

- Hunt 1980 : HUNT (L. B.), The long history of lost wax casting. Over five thousand years of art and craftsmanship, *Gold Bulletin*, vol. 13, n° 2, 1980, p. 63-79.
- Hunter 2010 : HUNTER (F.), Golden torcs – A remarkable new find of Iron Age gold near Stirling, *History Scotland*, vol. 10, n° 2, 2010, p. 8-10.
- Huth 2003 : HUTH (C.), *Menschenbilder und Menschenbild. Anthropomorphe Bildwerke der frühen Eisenzeit*. Reimer, Berlin, 2003.
- Inker 2000 : INKER (P.), Technology as active material culture: The Quoit-brooch style, *Medieval Archaeology*, vol. 44, n° 1, 2000, p. 25-52.
- Jacob 1987 : JACOB (C.), *Kupfer, Bronze, Eisen. Vorgeschichtliche Werkstoffe. Ein Begleitheft zur Ausstellung. Mit Beiträgen von Hans Drescher – Buch gebraucht kaufen*. Mokler, Heilbronn, 1987.
- Jacob-Friesen 1931 : JACOB-FRIESEN (K. H.), Die Goldscheibe von Moordorf bei Aurich mit ihren britischen und irischen Parallelen, *Jahrbuch für prähistorische und ethnographische Kunst*, 1931, p. 25-44.
- Jacob-Friesen 1940 : JACOB-FRIESEN (K. H.), Der Bronzegießerfund von Schinna, Kr. Nienburg, *Kunde N.F.*, n° 8, 1940, p. 108-118.
- Jalhay 1931 : JALHAY (E.), O tesoro de Alamo (Moura, Alentejo), *Brotéria*, n° 12, 1931, p. 35-44.
- Jantzen 2008 : JANTZEN (D.), *Quellen zur Metallverarbeitung im Nordischen Kreis der Bronzezeit*. Franz Steiner (Prähistorische Bronzefunde, vol. XIX, part 2), Stuttgart, 2008.
- Jockenhövel 1974 : JOCKENHÖVEL (A.), Eine Bronzeamphore des 8. Jh. v. Chr. von Gevelinghausen, Kr. Meschede (Sauerland), *Germania*, Band 52, 1974, p. 16-54.
- Jockenhövel 1982 : JOCKENHÖVEL (A.), Zu den ältesten Tüllenhämmern aus Bronze, *Germania*, Band 60, n° 2, 1982, p. 459-467.
- Jockenhövel 1983 : JOCKENHÖVEL (A.), Ein bemerkenswerter späturnenfelderzeitlicher Amboß, *Germania*, Band 61, n° 2, 1983, p. 586-588.
- Jockenhövel 1995 : JOCKENHÖVEL (A.) Hrsg, *Festschrift für Hermann Müller-Karpe zum 70. Geburtstag*. Habelt, Bonn, 1995.
- Jockenhövel 2001 : JOCKENHÖVEL (A.), Frühe Zangen. In : Hansen, Pingel 2001, p. 91-102.
- Jockenhövel 2003 : JOCKENHÖVEL (A.), Querverbindungen in Handwerk und Symbolik zwischen Gold- und Bronzetreutik. In : Springer 2003, p. 107-118.
- Joffroy 1962 : JOFFROY (R.), Le trésor de Villeneuve-Saint-Vistre, *Revue du Louvre*, 1974, p. 40-41.
- Joffroy 1974 : JOFFROY (R.), La tasse de la forêt de Paimpont (Ille-et-Vilaine) et les vases d'or du Bronze final trouvés en France, *Antiquités Nationales*, n° 6, 1974, p. 61-63.
- Joffroy 1978 : JOFFROY (R.), Le cône d'Avanton, *Antiquités Nationales*, n° 10, 1978, p. 33.
- Johansen 1979 : JOHANSEN (Ø.), Werkzeug für das Metallhandwerk der Bronzezeit, *Acta Archaeologica*, n° 50, 1979, p. 234-239.
- Jorge 1998 : JORGE (S. O.) ed., *Existe uma idade do Bronze Atlântico?* Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos de Arqueologia, 10), Lisboa, 1998.

Jørgensen, Petersen 1998 : JØRGENSEN (L.), PETERSEN (P. V.), *Guld, magt og tro. Gold, power and belief. Danske guldskatte fra oldtid og middelalder. Danish gold treasures from Prehistory and The Middle Ages*. Thaning & Appel, København, 1998.

Kalb 1980a : KALB (P.), O “Bronze Atlântico” em Portugal. In : *Actas do Seminario de Arqueologia do Noroeste Peninsular*, vol. 1, Guimarães, 1980, p. 113-120.

Kalb 1980b : KALB (P.), Zur Atlantischen Bronzezeit in Portugal, *Germania*, Band 58, 1980, p. 25-59.

Kalb 1991 : KALB (P.), Die Goldringe vom Castro Senhora da Guia, Baiões (Co. São Pedro do Sul), Portugal, Festschr. W. Schüle, Veröffentlichungen des vorgeschichtlichen Seminars in Marburg, Sonderband 6, Internationale Archäologie 1, *Buch am Erlbach*, 1991, p. 185-200.

Kalb 1998 : KALB (P.), Produção local e relações a longa distancia na idade do Bronze Atlântico do Oeste da Península Ibérica. In : Oliveira Jorge 1998, p. 157-166.

Kars, Burke 2005 : KARS (H.), BURKE (E.) eds, *Proceedings of the 33<sup>rd</sup> International Symposium on Archaeometry, Amsterdam (22-26 April 2002)*. Institute for Geo- and Bioarchaeology, Vrije Universiteit (Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies, vol. 3), Amsterdam, 2005.

Katalog 2003 : *Urartu: War and aesthetics*. Brécourt Academic, Istanbul, 2003.

Kaul 2004 : KAUL (F.), Der Sonnenwagen von Trundholm. In : Meller 2004, p. 54-57.

Kelly 2002 : KELLY (E. P.), The Iron Age. In : Wallace, O’Floinn 2002, p. 125-169.

Kelly, Cahill 2010 : KELLY (E. P.), CAHILL (M.), Safe secrets 1 – An early Bronze Age detective story from County Roscommon, *Archaeology Ireland*, vol. 24, n° 2, 2010, p. 5-6.

Kempe, Harvey 1982 : KEMPE (D. R. C.), HARVEY (A. P.) eds, *The petrology of archaeological artefacts*. Oxford University Press, Oxford, 1982.

Kienlin 2005 : KIENLIN (T. L.) Hrsg, *Die Dinge als Zeichen: Kulturelles Wissen und materielle Kultur*. Internationale Fachtagung an der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main (3.-5. April 2003), Habelt (Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, Band 127), Bonn, 2005.

Kienlin, Roberts 2009 : KIENLIN (T. L.), ROBERTS (B.) eds, *Metals and Societies: Studies in honour of Barbara S. Ottaway*. Habelt, (Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, Band 169), Bonn, 2009.

Kilian-Dirlmeier 2005 : KILIAN-DIRLMEIER (I.), *Die bronzezeitlichen Gräber bei Nidri auf Leukas. Ausgrabungen von W. Dörpfeld 1903-1913* (Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Monographien, 62), Mainz, 2005.

Kinnes *et al.* 1988 : KINNES (I. A.), LONGWORTH (I. H.), MCINTYRE (I. M.), NEEDHAM (S.), ODDY (W. A.), Bush Barrow gold, *Antiquity*, vol. 62, n° 234, 1988, p. 24-39.

Kirknæs 1980 : KIRKNÆS (J.), *Jernsmeden – Sådan arbejder warongo-smedene i Tanzania*. Holte, 1980.

Knappett 2005 : KNAPPETT (C.), *Thinking through material culture. An interdisciplinary perspective*. University of Pennsylvania Press (Archaeology, culture, and society), Philadelphia, 2005.

- Knauss 2004 : KNAUSS (J.), Einführung. In : Kyriatsoulis 2004, p. 33-34.
- Koch 2000 : KOCH (E.), Bijagt, biavl og biprodukter fra bronzealderen i Nordeuropa, *Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie*, 2000, p. 7-54.
- Koch, Cunliffe 2013 : KOCH (J. T.), CUNLIFFE (B.) eds, *Celtic from the West 2. Rethinking the Bronze Age and the arrival of Indo-European in Atlantic Europe*. Oxbow Books (Celtic Studies Publications, XVI), Oxford, 2013.
- Kok, Lakin 1981 : KOK (A. T.), LAKIN (D. M.), Ein Blick auf das Leben und die einzigartigen Kreationen des beliebten französischen Goldschmieds Goudji Amachoukeli, *Aurum*, n° 8, 1981, p. 30-40.
- Kolkówna 1980 : KOLKÓWNA (S.), Remarques sur les sources archéologiques antiques relatives à la production d'orfèvrerie sur les rivages septentrionaux et occidentaux de la mer Noire. In : Hackens 1980, p. 106-154.
- Koschik 1981 : KOSCHIK (H.), Ein Hortfund der späten Urnenfelderzeit von Fridolfing, Ldkr. Traunstein, Oberbayern, *Bayerische Vorgeschichtsblätter*, 46, 1981, p. 37-46.
- Krabath 2001 : KRABATH (S.), *Die hoch- und spätmittelalterlichen Buntmetallfunde nördlich der Alpen. Eine archäologisch-kunsthistorische Untersuchung zu ihrer Herstellungstechnik, funktionalen und zeitlichen Bestimmung*. VML (Internationale Archäologie, 63), Rahden/Westfalen, 2001.
- Kubach-Richter 1995 : KUBACH-RICHTER (I.), Ein späturnenfelderzeitliches Ringdepot aus Nordbaden im Kasseler Museum. In : Jockenhövel 1995, p. 275-295.
- Kunst, Trindade 1990 : KUNST (M.), TRINDADE (L. J.), *Zur Besiedlungsgeschichte des Sizandrotals. Ergebnisse aus der Küstenforschung*. Deutsches Archäologisches Institut, Abteilung Madrid (Madriider Mitteilungen, Band 31), Madrid, 1990, p. 34-82.
- Küssner 2006 : KÜSSNER (M.), Ein reich ausgestattetes Grab der Glockenbecherkultur von Apelstädt, Ldkr. Gotha – Vorbericht, *Neue Ausgrabungen und Funde in Thüringen*, 2, 2006, p. 55-62.
- Kyriatsoulis 2004 : KYRIATSOULIS (A.) Hrsg, *Althellenistische Technologie und Technik von der prähistorischen bis zur hellenistischen Zeit mit Schwerpunkt auf der prähistorischen Epoche*. Tagung 21.-23.3.2003 in Ohlstadt/Obb., Deutschland. Tagungsband. Hrsg. vom Verein zur Förderung der Aufarbeitung der Hellenischen Geschichte e.V., Weilheim, 2004.
- La herencia del pasado* 2002 : *La herencia del pasado. Ultimas adquisiciones del Museo Arqueológico Nacional (2000-2001)*. Museo Arqueológico Nacional, Madrid, 2002.
- Lang et al. 1980 : LANG (J.), MEEKS (N.), MCINTYRE (I. M.), The metallurgical examination of a Bronze Age gold torc from Shropshire, *Journal of the Historical Metallurgical Society*, 1980, p. 17-20.
- La Niece 2006 : LA NIECE (S.), Technology of production. In : Needham et al. 2006, p. 38.
- La Niece 2009 : LA NIECE (S.), Bronze Age gold from Britain. In : *Archaeometallurgy in Europe* 2007b, p. 351-360.
- La Niece, Cartwright 2009 : LA NIECE (S.), CARTWRIGHT (C.), Bronze Age gold lock-rings with cores of wax and wood. In : Kienlin, Roberts 2009, p. 307-312.
- La Niece, Meeks 2000 : LA NIECE (S.), MEEKS (N.), Diversity of goldsmithing traditions in the Americas and the Old World. In : McEwan 2000, p. 220-239.

La Niece *et al.* 2007 : LA NIECE (S.), HOOK (D.), CRADDOCK (P.) eds, *Metals and mines. Studies in archaeometallurgy*. Selected papers from the conference "Metallurgy: A touchstone for cross-cultural interaction" held at the British Museum 28-30 April 2005 to celebrate the career of Paul Craddock during 40 years at the British Museum, Archetype Publications Ltd, London, 2007.

Ledebur 1870 : LEDEBUR (F. V.), Ueber die meisselartigen Bronzewerkzeuge der vaterländischen Alterthumskunde, *Zeitschrift für Ethnologie*, 1870, p. 166-168.

Lefebvre 1924 : LEFEBVRE (M. G.), *Le Tombeau de Petosiris III*. Institut français d'archéologie orientale, Le Caire, 1924.

Le Goffic *et al.* 1985 : LE GOFFIC (M.), ÉLUÈRE (C.), DUVAL (A.-R.), Le site de l'Âge du Fer et les perles en or de Tréglonou (Finistère), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 82, n° 10-12, 1985, p. 510-533.

Lehoërff 2004 : LEHOËRFF (A.) dir., *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale : techniques, lieux et formes de production*. Actes du colloque de Ravello (4-6 mai 2000), Éd. École française de Rome (Coll. École française de Rome, 332), Rome, 2004.

Lehrberger 1995 : LEHRBERGER (G.), The gold deposits of Europe: An overview of the possible sources for prehistoric gold objects. *In* : Morteani, Northover 1995, p. 115-144.

Lehrberger, Raub 1995 : LEHRBERGER (G.), RAUB (C.), A look into the interior of Celtic gold coins. *In* : Morteani, Northover 1995, p. 341-355.

Leisner 1998 : LEISNER (V.), *Die Megalithgräber der Iberischen Halbinsel. Der Westen. Lfg. 4. Aus dem Nachlaß zgest. von Ph. Kalb*. Walter de Gruyter (Madriider Forschungen, Band 1, 4), Berlin, New York, 1998.

Leisner *et al.* 1964 : LEISNER (V.), PAÇO (A.), RIBEIRO (L.), *Grutas artificiais de S. Pedro do Estoril*. Lisboa, 1964.

Leitschuh-Weber 1996 : LEITSCHUH-WEBER (C.), Die urnenfelderzeitlichen Goldscheibenanhänger von Dietzenbach, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, n° 26, 1996, p. 281-291.

Lemonier 2002 : LEMONIER (P.) ed., *Technological choices: transformation in material cultures since the neolithic*. Routledge, London, New York, 2002.

Lenerz de Wilde 1977 : LENERZ DE WILDE (M.), *Zirkelornamentik in der Kunst der Latènezeit*. Beck, München, 1977.

Lenfant 1979 : LENFANT (J.), *Bijouterie-joaillerie. Encyclopédie contemporaine des métiers d'art*. Chêne, Paris, 1979.

Leroi-Gourhan 1973 : LEROI-GOURHAN (A.), *Milieus et techniques*. Albin Michel, Paris, 1973.

Leusch *et al.* 2014 : LEUSCH (V.), PERNICKA (E.), ARMBRUSTER (B.), Chalcolithic gold from Varna – Provenance, circulation, processing, and function. *In* : Meller *et al.* 2014, p. 165-182.

Lewis, Lewis 1984 : LEWIS (P.), LEWIS (E.), *Völker im Goldenen Dreieck – Sechs Bergstämme in Thailand*. Ed. Hansjörg Mayer, Stuttgart, London, 1984.

Lindenschmidt 1858 : LINDENSCHMIDT (L.), *Die Alterthümer unserer heidnischen Vorzeit I*. Heft 10. Zabern, Mainz, 1858.

- Lindenschmidt 1877 : LINDENSCHMIDT (L.), Schlussbemerkungen zu den vorstehenden Erörterungen der Bronzefrage, *Archiv für Anthropologie*, Band 10, 1877, p. 63-71.
- Longacre 1992 : LONGACRE (W. A.), The perfect marriage: the essential joining of ethnoarchaeology and experimental archaeology. In : Audouze 1992, p. 15-24.
- Longworth 1972 : LONGWORTH (I. H.), The Ickelton gold neckring, *The Antiquaries Journal*, vol. 52, n° 2, 1972, p. 358-363.
- Loosli et al. 1985 : LOOSLI (F.), MERZ (H.), SCHAFFNER (A.), *Manuel d'apprentissage du bijoutier-joaillier*. Éditions Scriptor SA, Berne, 1985.
- Lothrop 1938 : LOTHROP (S. K.), *Inca Treasure as depicted by Spanish historians*. Southwest Museum, Los Angeles, 1938.
- Lothrop 1950 : LOTHROP (S. K.), Metalworking tools from the central coast of Peru, *American Anthropologist*, vol. 16, n° 2, 1950, p. 160-164.
- Louboutin 2000 : LOUBOUTIN (C.), Les ors du Nord. Découvertes exceptionnelles de l'Âge du Bronze, *Antiquités Nationales*, n° 32, 2000, p. 57-58.
- Louboutin 2003 : LOUBOUTIN (C.), Dépôts de parures en or dans le nord de la France, *Documents d'Archéologie Méridionale*, t. 26, 2003, p. 351-355.
- Louboutin 2004 : LOUBOUTIN (C.), Deux dépôts de parures en or de l'Âge du Bronze provenant du nord de la France, *La revue des musées de France, Revue du Louvre*, n° 2, 2004, p. 13-15.
- Louboutin et al. 2003 : LOUBOUTIN (C.), GRATUZE (B.), BARRANDON (J.-N.), Parures en or de l'Âge du Bronze de Balinghem et Guînes (Pas-de-Calais) : caractérisation de la composition des alliages, *Antiquités Nationales*, n° 35, 2003, p. 83-94.
- Lynch, Burgess 1972 : LYNCH (E.), BURGESS (C.) eds, *Prehistoric man in Wales and the west: essays in honour of Lily F. Chitty*. Adams & Dart, Bath, 1972.
- MacCreight 1992 : MACCREIGHT (T.) ed., *Metals technic, a collection of techniques for metalsmiths*. Cape Elizabeth, Maine/USA, 1992.
- MacGregor 1987 : MACGREGOR (A.), *Antiquities from Europe and the Near East in the collection of the Lord McAlpine of West Green*. Ashmolean Museum, Oxford, 1987.
- MacWhite 1951 : MACWHITE (E.), *Estudios sobre las relaciones atlánticas de la Península Hispánica en la Edad del Bronce*. Madrid, 1951.
- Maier 1983 : MAIER (R.A.), Zwei kleine metallzeitliche Steinambosse aus Oberbayern, *Germania*, Band 61, n° 1, 1983, p. 117-119.
- Maniquet et al. 2011 : MANIQUET (C.), LEJARS (T.), ARMBRUSTER (B.), PERNOT (M.), DRIEUX-DAGUERRE (M.), MORA (P.), ESPINASSE (L.) avec la coll. de ADAMSKI (F.), CAMPODONICO (S.), PICCARDO (P.), Le carnyx et le casque-oiseau celtiques de Tintignac (Naves-Corrèze). Description et étude technologique, *Aquitania*, t. 27, 2011, p. 63-150.
- Marcigny et al. 2005 : MARCIGNY (C.), COLONNA (C.), GHESQUIÈRE (E.), VERRON (G.) dir., *La Normandie à l'aube de l'histoire. Les découvertes archéologiques de l'Âge du Bronze 2300-800 av. J.-C.* Exposition au musée départemental des Antiquités, Somogy éditions d'art, Rouen, 2005.

- Markovic 1977 : MARKOVIC (V.) ed., *Ancient Europe and the Mediterranean. Studies presented in honour of Hugh Hencken*. Aris & Phillips, Warminster, 1977.
- MARQ 2005 : *El tesoro de Villena. Un descubrimiento de José Maria Soler*. Catalogo de exposición (20.12.2005-19.02.2006), Museo Arqueologico de Alicante MARQ, Alicante, 2005.
- Martínez Santa-Olalla 1946 : MARTÍNEZ SANTA-OLALLA (J.), *Esquema paleontológico de la Península Ibérica*. Diana, Madrid, 1946.
- Maryon 1936 : MARYON (H.), *Soldering and welding in the Bronze Age and Early Iron Age*. Harvard University, Cambridge, 1936.
- Maryon 1938a : MARYON (H.), Some prehistoric metalworker's tools, *The Antiquaries Journal*, vol. 18, n° 3, 1938, p. 243-250.
- Maryon 1938b : MARYON (H.), The technical methods of the Irish smith in the Bronze and Early Iron Ages, *Proceedings of the Royal Irish Academy*, vol. 44, sec. C, 1938, p. 181-228.
- Maryon 1949 : MARYON (H.), Metalworking in the ancient world, *American Journal of Archaeology*, vol. 53, n° 2, 1949, p. 93-125.
- Maryon, Plenderleith 1954 : MARYON (H.), PLENDERLEITH (H. J.), Fine metal-work. In : Singer *et al.* 1954, p. 623-683.
- Marzoli 1989 : MARZOLI (D.), *Bronzeflaschen in Italien*. PBF II, Band 4, München, 1989.
- Mauss 1967 : MAUSS (M.), *Manuel d'ethnographie*. Éditions sociales, Paris, 1967.
- McEwan 2000 : McEWAN (C.) ed., *Precolumbian gold. Technology, style and iconography*. British Museum Press, London, 2000.
- Meeks 1987 : MEEKS (N.), Artifacts, surfaces and the SEM. In : Black 1987, p. 409-410.
- Meeks *et al.* 2008 : MEEKS (N.), CRADDOCK (P.), NEEDHAM (S.), Bronze Age penannular gold rings from the British Isles: technology and composition, *Jewellery Studies*, vol. 11, 2008, p. 13-30.
- Meller 2004 : MELLER (H.) Hrsg, *Der geschmiedete Himmel. Die Welt im Herzen Europas vor 3600 Jahren*. Landesamt f. Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt, Begleitband zur Sonderausstellung, Halle (Saale), 2004.
- Meller 2014 : MELLER (H.), Die neolithischen und bronzezeitlichen Goldfunde Mitteldeutschlands – Eine Übersicht. In : Meller *et al.* 2014, p. 611-716.
- Meller, Bertemes 2010 : MELLER (H.), BERTEMES (F.) Hrsg, *Der Griff nach den Sternen*. Internationales Symposium in Halle (Saale) (16-21 Februar 2005), Landesmuseum für Vorgeschichte (Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte, Band 5-II), Halle, 2010.
- Meller *et al.* 2014 : MELLER (H.), RISCH (R.), PERNICKA (E.) Hrsg, *Metalle der Macht – Frühes Gold und Silber. Metals of power – Early gold and silver*. 6<sup>th</sup> Archaeological Conference of Central Germany, Halle (Saale) (October 17-19 2013), Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt (Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle, Band 11/I), Halle, 2014.
- Menghin 2003 : MENGHIN (W.), Goldene Kalenderhüte – Manifestationen bronzezeitlicher Kalenderwerke. In : Springer 2003, p. 220-237.

- Menghin, Schauer 1977 : MENGHIN (W.), SCHAUER (P.), *Magisches Gold – Kultgerät der späten Bronzezeit*. Katalog, Ausstellung des Nationalmuseums Nürnberg in Zusammenarbeit mit dem Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz (26.5-31.7.1977), Germanisches Nationalmuseum, Nürnberg, 1977.
- Menghin *et al.* 2007 : MENGHIN (W.), PARZINGER (H.), NAGLER (A.), NAWROTH (M.) Hrsg, *Im Zeichen des goldenen Greifen. Königgräber der Skythen*. Prestel, München, Berlin, London, New York, 2007.
- Metz *et al.* 2001 : METZ (W. H.), VAN BEEK (B. L.), STEEGSTRA (H.) eds, *Patina: Essays presented to Jay Butler on the occasion of his 80<sup>th</sup> birthday*. Van Beek & Steegstra (NUGI, 644), Amsterdam, 2001.
- Metzner-Nebelsick 2003 : METZNER-NEBELSICK (C.), Der Schatzfund von Michalkow in Galizien. Ein Beitrag zu seiner Struktur und Deutung, *Anzeiger des Germanischen Nationalmuseums*, 2003, p. 56-67.
- Miske 1929 : MISKE (K. F.), Bergbau, Verhüttung und Metallbearbeitungswerkzeuge aus Velem St. Veit (Westungarn), *Wiener Prähistorische Zeitschrift*, n° 16, 1929, p. 81-95.
- Mohen 1977 : MOHEN (J.-P.), *L'Âge du Bronze dans la région de Paris*. Catalogue synthétique des collections conservées au Musée des Antiquités Nationales, Réunion des musées nationaux, Paris, 1977.
- Mohen 1984 : MOHEN (J.-P.), Les outils des métallurgistes de l'Âge du Bronze en France, *Antiquités Nationales*, n° 16-17, 1984, p. 89-96.
- Mohen 1989 : MOHEN (J.-P.), La notion d'atelier, *Antiquités Nationales*, n° 21, 1989, p. 7-9.
- Mohen 1990 : MOHEN (J.-P.), *Métallurgie préhistorique. Introduction à la paléoméallurgie*. Masson (Coll. Préhistoire), Paris, 1990.
- Mohen 1991 : MOHEN (J.-P.), Les sépultures de métallurgistes du début des âges des métaux en Europe. In : Mohen, Élùère 1991, p. 131-142.
- Mohen, Bailoud 1987 : MOHEN (J.-P.), BAILLOUD (G.), *L'âge du Bronze en France – 4. La vie quotidienne. Les fouilles du Fort-Harrouard*. Picard, Paris, 1987.
- Mohen, Élùère 1991 : MOHEN (J.-P.), ÉLUÈRE (C.) éd., *Découverte du métal*. Actes du Colloque de Saint-Germain-en-Laye (19-21 janvier 1989). Picard (Millénaire 2), Paris, 1991.
- Mohen *et al.* 1987 : MOHEN (J.-P.), DUVAL (A.), ÉLUÈRE (C.) éd., *Trésors des princes celtes*. Catalogue de l'exposition présentée aux Galeries nationales du Grand Palais (20 oct. 1987-15 fév. 1988), Réunion des musées nationaux, Paris, 1987.
- Moore 1982 : MOORE (D. T.), Petrological aspects of some sharpening stones, touchstones and millingstones. In : Kempe, Harvey 1982, p. 277-300.
- Moore, Armada Pita 2011 : MOORE (T.), ARMADA PITA (X.-L.) eds, *Atlantic Europe in the First Millennium BC: Crossing the divide*. Oxford University Press, Oxford, 2011.
- Moore, Oddy 1985 : MOORE (D. T.), ODDY (W. A.), Touchstones: some aspects of their nomenclature, petrography and provenance, *Journal of Archaeological Science*, vol. 12, n° 1, 1985, p. 59-80.
- Mordant 2007 : MORDANT (C.), Le dépôt de bronze de Villethierry (Yonne). Une relecture des données. In : Burgess *et al.* 2007, p. 335-343.

Mordant, Gaiffe 1996 : MORDANT (C.), GAIFFE (O.) éd., *Cultures et sociétés du Bronze Ancien en Europe*. Actes du Colloque du 117<sup>e</sup> Congrès National des Sociétés Savantes, "Fondements culturels, techniques, économiques et sociaux des débuts de l'Âge du Bronze", Clermont-Ferrand (27-29 oct. 1992), CTHS, Paris, 1996.

Mordant, Mordant 1970 : MORDANT (C.), MORDANT (D.), *Le site protohistorique des Gours aux Lions à Marolles-sur-Seine (Seine-et-Marne)*. Société Préhistorique Française (Mémoire 8), Paris, 1970.

Mordant *et al.* 1976 : MORDANT (C.), MORDANT (D.), PRAMPART (J.-Y.), avec la coll. de BOURHIS (J.), BRIARD (J.), MOHEN (J.-P.), *Le dépôt de Villethierry (Yonne)*. Éditions du CNRS (Gallia Préhistoire, IX<sup>e</sup> Suppl.), Paris, 1976.

Mordant *et al.* 1998 : MORDANT (C.), PERNOT (M.), RYCHNER (V.) éd., *L'atelier du bronzier en Europe du XX<sup>e</sup> au VIII<sup>e</sup> siècle avant notre ère*, 3 vol. CTHS, Paris, 1998.

Moreau 1971 : MOREAU (J.), Un moule d'enclume de l'Âge du Bronze trouvé à La Lède-du-Gurp (Gironde), *Gallia Préhistoire*, vol. 14, n° 2, 1971, p. 267-269.

Morteani, Northover 1995 : MORTEANI (G.), NORTHOVER (P.) eds, *Prehistoric Gold in Europe, Mines, metallurgy and manufacture*. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Prehistoric Gold in Europe, Seon, Germany (Sept. 27-Oct. 1, 1993), Dordrecht (NATO ASI Series E: Applied Sciences, vol. 20), London, Boston, 1995.

Mortimer, Stoney 1997 : MORTIMER (C.), STONEY (M.), A methodology for punchmark analysis using electron microscopy. *In* : Sinclair *et al.* 1997, p. 118-122.

Moucha 1989 : MOUCHA (V.), Böhmen am Ausklang des Äneolithikums und am Anfang der Bronzezeit. *In* : Buchwaldek, Pleslova 1989, p. 213-218.

Muckelroy 1978 : MUCKELROY (K.), *Maritime Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge, 1978.

Mullens 1973 : MULLENS (W.), Java (Indonesien): Messingguß in "verlorener Form". Begleitveröffentlichung von K. R. Wernhart. *In* : *Publikationen zu wissenschaftlichen Filmen* 1973, p. 94-102.

Müller 1877 : MÜLLER (S.), Zur Bronzealter-Frage. Notizen zu den Gegenbemerkungen der Herren Professoren Genthe, Lindenschmidt und Hostmann, *Archiv für Anthropologie*, Band 10, 1877, p. 27-40.

Müller *et al.* 2007 : MÜLLER (R.), GOLDENBERG (G.), BARTELHEIM (M.), KUNST (M.), PERNICKA (E.), Zambujal and the beginnings of metallurgy in southern Portugal. *In* : La Niece *et al.* 2007, p. 15-26.

Müller-Karpe 1959 : MÜLLER-KARPE (H.), *Beiträge zur Chronologie der Urnenfelderzeit nördlich und südlich der Alpen*. Cambridge University Press (Römisch-Germanische Forschungen, Band 22), Berlin, 1959.

Mutz 1972 : MUTZ (A.), *Die Kunst des Metalledrehens bei den Römern. Interpretationen antiker Arbeitsverfahren auf Grund von Werkspuren*. Springer, Basel, 1972.

Nadler 1998 : NADLER (M.), *Der Hortfund von Mögeldorf. Begleitheft zur Sonderausstellung in Nürnberg 1998*. Dr. Faustus (Beiträge zur Archäologie in Mittelfranken, Sonderh. 3), Büchenbach, 1998.

- Naumann *et al.* 2000 : NAUMANN (H.-J.), SIEBLIST (U.), WURM (T.), Rekonstruktion – Prüfstand für Beobachtungen. *In* : Fröhlich 2000, p. 190-203.
- Needham 1990a : NEEDHAM (S.), The Penard-Wilburton succession: new metalwork finds from Croxton (Norfolk) and Thirsk (Yorkshire), *The Antiquaries Journal*, vol. 70, n° 2, 1990, p. 253-270.
- Needham 1990b : NEEDHAM (S.), Bronze Age metalwork. The gold bracelets and Class B1 bracelets in Britain. *In* : Bell 1990, p. 146-149.
- Needham 1996 : NEEDHAM (S.), Chronology and periodisation in the British Bronze Age. *In* : Randsborg 1996, p. 121-140.
- Needham 2000a : NEEDHAM (S.), The development of embossed goldwork in Bronze Age Europe, *The Antiquaries Journal*, vol. 80, n° 1, 2000, p. 27-65.
- Needham 2000b : NEEDHAM (S.), The gold and copper metalwork. *In* : Hughes 2000, p. 23-47.
- Needham 2000c : NEEDHAM (S.), Milton Keynes, Buckinghamshire: Bronze Age gold hoard of two torcs and three bracelets in a pot. *In* : Treasure 2000, p. 13-15.
- Needham 2000d : NEEDHAM (S.), Power pulses across a cultural divide: cosmologically driven acquisition between Armorica and Wessex, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 66, 2000, p. 151-207.
- Needham 2001a : NEEDHAM (S.), Braithwaite, South Yorkshire: Early Bronze Age gold crescent (P&EE 88). *In* : Treasure 2001, p. 14.
- Needham 2001b : NEEDHAM (S.), Moulsoford, Oxfordshire: Late Bronze Age gold neckring (2002 T2). *In* : Treasure 2001, p. 17-18.
- Needham 2004 : NEEDHAM (S.), Cirencester area, Gloucestershire: Bronze Age gold and base-metal scatter (4004 T416). *In* : Scheme 2004, p. 26-33.
- Needham 2006 : NEEDHAM (S.), Precious cups of the early Bronze Age. *In* : Needham *et al.* 2006, p. 53-67.
- Needham, Meeks 1993 : NEEDHAM (S.), MEEKS (N.), A Bronze Age goldworking anvil from Litchfield, Staffordshire, *The Antiquaries Journal*, vol. 73, 1993, p. 125-131.
- Needham, Sheridan 2014 : NEEDHAM (S.), SHERIDAN (A.), Chalcolithic and Early Bronze Age goldwork from Britain: new finds and new perspectives. *In* : Meller *et al.* 2014, p. 903-941.
- Needham *et al.* 1994 : NEEDHAM (S.), RICHARDSON (B. A.), HOOKS (D.), A Bronze Age gold neckring from Greysuthen, Cumbria, *Transactions of the Cumberland and Westmorland Antiquarian and Archaeological Society*, serie 2, vol. 94, 1994, p. 13-19.
- Needham *et al.* 2006 : NEEDHAM (S.), PARFITT (K.), VARNDELL (G.) eds, *The Ringlemere Cup. Precious Cups and the beginning of the Channel Bronze Age*. British Museum Press (British Museum Research Publications Series, 163), London, 2006.
- Needham *et al.* 2007 : NEEDHAM (S.), VARNDELL (G.), WORRELL (S.), A Late Bronze Age hoard of gold and bronze from near Berwick-upon-Tweed, Northumberland. *In* : Burgess *et al.* 2007, p. 397-402.
- Needham *et al.* 2015 : NEEDHAM (S.), WOODWARD (A.), HUNTER (J.), Items of personal adornments II: Gold and the regalia from Bush Barrow. *In* : Woodward, Hunter 2015, p. 209-260.

- Nessel 2009 : NESSEL (B.), Bronzenes Spezialgerät. Ein Metallhandwerkerdepot im Berliner Museum für Vor- und Frühgeschichte, *Acta Praehistorica et Archaeologica*, Band 41, 2009, p. 37-65.
- Nestler, Formigli 1993 : NESTLER (G.), FORMIGLI (E.), *Etruskische Granulation. Eine antike Goldschmiedetechnik*. NIE, Siena, 1993.
- Nicolaisen 1962 : NICOLAISEN (J.), Afrikanske Smede. Kulturhistoriske og sociologiske problemer belyst ved studier hos Tuaregerne og ved komparativ analyse, *Kuml*, 1962, p. 33-79.
- Nicolardot, Gaucher 1975 : NICOLARDOT (J.-P.), GAUCHER (G.), *Typologie des objets de l'Âge du Bronze en France. Fasc. V. Outils*, Société Préhistorique Française (Commission du Bronze), Paris, 1975.
- Nicolini 1990 : NICOLINI (G.), *Techniques des ors antiques. La bijouterie ibérique du VII<sup>e</sup> au IV<sup>e</sup> siècle*. 2 vol., Picard, Paris, 1990.
- Nicolis 2001 : NICOLIS (F.) ed., *Bell Beakers today. Pottery, people, symbols in prehistoric Europe*. Proceedings of the International Colloquium Riva del Garda, Trento, Italy (11-16 May 1998), Provincia Autonoma di Trento, Trento, 2001.
- Niemeyer 2007 : NIEMEYER (B.), *Trassologie an römischem Silber. Herstellungstechnische Untersuchungen am Hildesheimer Silberfund*. Archaeopress (BAR International Series, 1621), Oxford, 2007.
- Northover 1989 : NORTHOVER (J. P.), The gold torc from Saint Helier, Jersey, *Annual Bulletin – Société Jersiaise*, vol. 25, n° 1, 1989, p. 112-137.
- Northover 1995a : NORTHOVER (J. P.), Bronze Age gold in Britain. In : Morteani, Northover 1995, p. 515-531.
- Northover 1995b : NORTHOVER (J. P.), Late Bronze Age drawplates in the Isleham hoard. In : Schmid-Sikimic, Della Casa 1995, p. 15-22.
- Northover 1999 : NORTHOVER (J. P.), Bronze Age gold in Britain. In : Cauuet 1999, p. 251-266.
- Northover 2000 : NORTHOVER (J. P.), Ring money: the problem child of Bronze Age gold. In : Hecht, Freiburger 2000, p. 299-304.
- O'Connor 1980 : O'CONNOR (B.), *Cross-channel relations in the Later Bronze Age, Vol. 1. Relations between Britain, North-Eastern France and the Low Countries during the later Bronze Age and the early Iron Age, with particular reference to the metalwork*. Archaeopress (BAR International Series, 91), Oxford, 1980.
- O'Connor 2004 : O'CONNOR (B.), The earliest Scottish metalwork since Coles. In : Shepherd, Barclay 2004, p. 205-216.
- O'Connor, Clark 1983 : O'CONNOR (A.), CLARK (D. V.) eds, *From the Stone Age to the Forty-five*. John Donald Publishers Ltd, Edinburgh, 1983.
- O'Connor et al. 2008 : O'CONNOR (B.), COWIE (T.), WORRELL (S.), Ring money : dernières nouvelles d'outre-Manche, *Bulletin de l'APRAB*, n° 5, 2008, p. 12-13.
- O'Corráin 1981 : O'CORRÁIN (D.) ed., *Irish Antiquity: Essays and Studies presented to Professor M.J. O'Kelly*. Tower Books, Kork, 1981.
- Oddy 1980 : ODDY (W. A.) ed., *Aspects of early metallurgy*. British Museum (British Museum Occasional Paper, 17), London, 1980.

- Oddy 1981 : ODDY (W. A.), Gold wire in antiquity, *Aurum*, n° 5, 1981, p. 8-12.
- Oddy 1986 : ODDY (W. A.), The touchstone: the oldest colorimetric method of analysis, *Endeavour* (new series), vol. 10, n° 4, 1986, p. 164-166.
- Oddy 1996 : ODDY (W. A.), Jewelry under the microscope. A conservators' guide to cataloguing. In : Calinescu 1996, p. 185-197.
- Oddy, Swaddling 1985 : ODDY (W. A.), SWADDLING (J.), Illustrations of metalworking furnaces on greek vases. In : Craddock, Hughes 1985, p. 43-57.
- Oddy *et al.* 1981 : ODDY (W. A.), LA NIECE (S.), CURTIS (J. E.), MEEKS (N.), Diffusion bonding as a method of gilding in antiquity, *MASCA Journal*, vol. 1, n° 8, 1981, p. 239-241.
- Ogden 1982 : OGDEN (J.), *Jewellery of the ancient world. Materials and techniques*. Trefoil, London, 1982.
- Ohlhaver 1939a : OHLHAVER (H.), Das Handwerkszeug als Grabbeigabe in germanischer Vorzeit, *Germanien*, Heft 3, 1939, p. 97-102.
- Ohlhaver 1939b : OHLHAVER (H.), *Der germanische Schmied und sein Werkzeug*. C. Kabitzsch (Hamburger Schriften zur Vorgeschichte und germanischen Frühgeschichte, Band 2), Leipzig, 1939.
- O'Kelly, Shell 1978 : O'KELLY (M. J.), SHELL (C. A.), Stone objects and a bronze axe from Newgrange, Co. Meath. In : Ryan 1978, p. 127-144.
- Oldeberg 1942-1943 : OLDEBERG (A.), *Metalltechnik under förhistorisk tid. I und II*. Cambridge University Press, Lund, 1942-1943.
- Oliveira Jorge 1995 : OLIVEIRA JORGE (V.) ed., *Actas del 1.º Congresso de Arqueologia Peninsular, Porto (12-18 Outubro 1993). Vol. VIII*. S.P.A.E. (Trabalhos de Antropologia e Etnologia, vol. 35, n° 4), Porto, 1995.
- Oliveira Jorge 1998 : OLIVEIRA JORGE (V.) ed., *Existe uma Idade do Bronze Atlântico?* Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos de Arqueologia, 10), Lisboa, 1998.
- Oliveira Jorge 2000 : OLIVEIRA JORGE (V.) ed., *Actas del 3.º Congresso de Arqueología Peninsular. UTAD, Vila Real, Portugal (Setembro 1999)*. ADECAP (Pré-História recente da Península Ibérica, 4), Porto, 2000.
- Olsen 1988a : OLSEN (S. L.), Introduction: applications of scanning electron microscopy to Archaeology. In : Olsen 1988b, p. 3-7.
- Olsen 1988b : OLSEN (S. L.) ed., *Scanning Electron Microscopy in Archaeology*. Archaeopress (BAR international series, 452), Oxford, 1988.
- Ortiz 1993 : ORTIZ (G.), *Faszination der Antike. The George Ortiz Collection. Ausstellungskatalog*. Bern, 1993.
- Ottaway 1994 : OTTAWAY (B. S.), *Prähistorische Metallurgie*. Marie Leidorf, Espelkamp, 1994.
- Ottaway 2002 : OTTAWAY (B. S.), Towards interpretative archaeometallurgy. In : Bartelheim *et al.* 2002, p. 7-12.
- Pal 1978 : PAL (M. K.), *Crafts and craftsmen in traditional India*. Kanak Publications, New Delhi, 1978.

Paléométaballurgie de la France 1984 : Paléométaballurgie de la France atlantique 1, Âge du Bronze. Université de Rennes I, Rennes, 1984.

Paléométaballurgie de la France 1985 : Paléométaballurgie de la France atlantique 2, Âge du Bronze. Université de Rennes I, Rennes, 1985.

Pare 1999 : PARE (C.), Weights and weighing in Bronze Age Central Europe. In : *Eliten der Bronzezeit* 1999, p. 421-514.

Pare 2000 : PARE (C.) ed., *Metals make the world go round. The supply and circulation of metals in Bronze Age Europe*. Proceedings of a conference held at the University of Birmingham (June 1997), Oxbow Books, Oxford, 2000.

Paret 1952 : PARET (O.), Der große Fund von Bronzeußformen der Spätbronzezeit von Neckargartach (Gem. Heilbronn), *Fundberichte Schwaben*, 1952, p. 35-39.

Parreira, Pinto 1980 : PARREIRA (R.), PINTO (C. V.), *Tesouros da arqueologia portuguesa no Museu Nacional de Arqueologia e Etnologia*. Museu Nacional de Arqueologia e Etnologia, Lisboa, 1980.

Parrini *et al.* 1982 : PARRINI (P.), FORMIGLI (E.), MELLO (E.), Etruscan granulation: analysis of orientalisng jewelry from Marsiliana D'Albegna, *American Journal of Archaeology*, vol. 86, 1982, p. 118-121.

Parrot *et al.* 1982 : PARROT (A.), CHEHAB (M.-H.), MOSCATI (S.), *I Fenici. L'espansione fenicia. Cartagine*. Rizzoli, Milano, 1982.

Partsch 1990 : PARTSCH (S.), *Paul Klee 1879-1940*. B. Taschen, Köln, 1990.

Patek 1993 : PATEK (E.), *Westungarn in der Hallstattzeit. Acta humaniora*. Acta Humaniora (Quellen und Forschungen zur prähistorischen und provinzialrömischen Archäologie, Band 7), Weinheim, VCH, 1993.

Paulsen 1934 : PAULSEN (P.), Der Goldschatz von Hiddensee, *Mannus*, n° 26, 1934, p. 82-115.

Peake *et al.* 1999a : PEAKE (R.), GOMEZ DE SOTO (J.), SÉGUIER (J.-M.), Trois exemples de fléaux de balances en os de l'Âge du Bronze, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 96, n° 4, 1999, p. 643-644.

Peake *et al.* 1999b : PEAKE (R.), DELATTRE (V.), PIHUIT (P.), La nécropole de l'Âge du Bronze de "La Croix de la Mission" à Marolles-sur-Seine (Seine-et-Marne), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 96, n° 4, p. 581-605.

Pellicer 1990 : PELLICER (M. R. L.), La balanza de dos platillos: el primer instrumento de medida conocido en la península Ibérica, *Verdolay: Revista del Museo Arqueológico de Murcia*, n° 2, 1990, p. 61-66.

Peña Santos 1987 : PEÑA SANTOS (A.), Nuevos elementos de orfebrería prehistorica procedentes de Caldas de Reyes (Pontevedra), *Gallaecia*, n° 9-10, 1987, p. 221-227.

Pendleton 1985 : PENDLETON (C. F.), A gold hair-ring from Wimblington Parish, Cambridgeshire, *Proceedings of the Cambridge Antiquarian Society*, vol. 74, 1985, p. 85-86.

Perea 1990 : PEREA (A.), Estudio microscópico y microanalítico de las soldaduras y otros procesos técnicos en la orfebrería prehistórica del sur de la Península Ibérica, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 47, 1990, p. 103-160.

- Perea 1991a : PEREA (A.), L'apparition de la métallurgie de l'or dans la moitié méridionale de la péninsule Ibérique. *In* : Mohen, Éluère 1991, p. 295-302.
- Perea 1991b : PEREA (A.), *Orfebrería prerromana. Arqueología del oro*. Catálogo y estudio sobre la exposición, Casa del Monte, Madrid, 1991.
- Perea 2000 : PEREA (A.), Los candelabros de Lebrija revisados por el proyecto Au Ag, *Revista de Arqueología*, año 21, n° 229, 2000, p. 16-23.
- Perea 2005a : PEREA (A.), Mecanismos identitarios y de construcción de poder en la transición bronce-hierro, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 62, n° 2, 2005, p. 91-103.
- Perea 2005b : PEREA (A.), Relaciones tecnológicas y de poder en la producción y consumo de oro durante la transición bronce final-hierro en la fachada atlántica peninsular. *In* : Celestino Pérez, Jiménez Avila 2005, p. 1 077-1 088.
- Perea 2007 : PEREA (A.), L'orfèvrerie phénicienne : techniques et ateliers en Méditerranée extrême-occidentale. *In* : Fontan, Le Meaux 2007, p. 181-185.
- Perea, Armbruster 1998 : PEREA (A.), ARMBRUSTER (B.), Cambio tecnológico y contacto entre Atlántico y Mediterráneo: el depósito de "El Carambolo", Sevilla, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 55, n° 1, 1998, p. 121-138.
- Perea, Armbruster 2007 : PEREA (A.), ARMBRUSTER (B.), Jeweller's moulds for casting and stamping: new documents from Iron Age Iberia. *In* : *Archaeometallurgy in Europe 2007a*, p. 1-7.
- Perea, Armbruster 2008a : PEREA (A.), ARMBRUSTER (B.), Rotary tools and techniques for gold metallurgy during the late prehistory in the Iberian Peninsula, *Historical Metallurgy*, vol. 41, n° 2, 2008, p. 95-104.
- Perea, Armbruster 2008b : PEREA (A.), ARMBRUSTER (B.), Tradición, cambio y ruptura generacional. La producción orfebre de la fachada atlántica durante la transición bronce-hierro de la península Ibérica. *In* : Celestino Pérez *et al.* 2008, p. 509-520.
- Perea *et al.* 2003 : PEREA (A.), ARMBRUSTER (B.), DEMORTIER (G.), MONTERO (I.), Tecnología atlántica para dioses mediterráneos. Los "candelabros" de oro tipo Lebrija, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 60, n° 1, 2003, p. 99-114.
- Perea *et al.* 2004a : PEREA (A.), MONTERO (I.), GARCÍA-VUELTA (O.), Project Au and the Au repertoire. A research strategy in gold metallurgy. *In* : Perea *et al.* 2004b, p. 139-146.
- Perea *et al.* 2004b : PEREA (A.), MONTERO (I.), GARCÍA-VUELTA (O.) eds, *Tecnología del oro antiguo: Europa y América. Ancient gold technology: America and Europe*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Anejos de Archivo Español de Arqueología, 32), Madrid, 2004.
- Perea *et al.* 2010 : PEREA (A.), GARCÍA-VUELTA (O.), FERNÁNDEZ FREIRE (C.), *El proyecto Au. Estudio arqueométrico de la producción de oro en la Península Ibérica*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Bibliotheca Prehistorica Hispana, vol. XXVII), Madrid, 2010.
- Pérez Arantegui *et al.* 1996 : PÉREZ ARANTEGUI (J.), AGUAROD OTAL (C.), LAPUENTE MERCADAL (M.P.), FELIÚ ORTEGA (M.J.), PERNOT (M.) eds, *Arqueometría y Caracterización de Materiales Arqueológicos*. Instº Est. Turolenses (Cuadernos del Instituto Aragonés de Arqueología, IV), Teruel, 1996.

Pernot 1991 : PERNOT (M.), Procédés de formage de quelques objets de bronze et d'or. In : Thevenot 1991, p. 123-134.

Pernot 1993 : PERNOT (M.), Approche de l'artisanat du "bronze" au Mont-Beuvray. La fabrication de fibules et l'organisation d'un atelier, *Revue d'Archéométrie*, n° 17, 1993, p. 41-49.

Pernot 1996 : PERNOT (M.), Archéométaballurgie des alliages à base de cuivre. Techniques et ateliers de fabrication. In : Pérez Arantegui *et al.* 1996, p. 42-52.

Pernot 1998 : PERNOT (M.), L'organisation de l'atelier du bronzier. In : Mordant *et al.* 1998, t. 2, p. 109-116.

Pernot 2006 : PERNOT (M.), La place de la technique dans les sociétés anciennes. In : Duris 2006, p. 7-25.

Pernot, Lehoërf 2003 : PERNOT (M.), LEHOËRFF (A.), Battre le bronze il y a trois mille ans en Europe occidentale, *Technè*, n° 18, 2003, p. 43-48.

Pernot, Montheillet 1994 : PERNOT (M.), MONTHEILLET (F.), Archéométaballurgie du formage : le martelage des alliages à base de cuivre à l'époque protohistorique. Premiers résultats, *La Revue de Métallurgie-CIT/Science et Génie des Matériaux*, 1994, p. 849-861.

Perrier 1979 : PERRIER (M.), *Le livre du dinandier*. Dessain et Tolra, Paris, 1979.

Pesch, Blankenfeldt 2012 : PESCH (A.), BLANKENFELDT (R.) eds, *Goldsmith Mysteries. Archaeological, pictorial and documentary evidence from the 1<sup>st</sup> millennium AD in northern Europe*. Papers presented at a workshop organized by the Centre for Baltic and Scandinavian Archaeology (ZBSA), Schleswig (April 20<sup>th</sup> and 21<sup>th</sup>, 2011), Wachholtz (Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Ergänzungsreihe, Band 7), Neumünster, 2012.

Petruso 1981 : PETRUSO (K. M.), Early weights and weighing in Egypt and the Indus valley, *Bulletin of the Museum of Fine Arts*, vol. 79, 1981, p. 44-51.

Pfaffenberger 1992 : PFAFFENBERGER (B.), Social anthropology of technology, *Annual Review of Anthropology*, vol. 21, 1992, p. 491-516.

Picardie 1990 : *Les collections archéologiques du Musée de Picardie*. Trois Cailloux, Amiens, 1990.

Picod, Mordant 2004 : PICOD (C.), MORDANT (C.), Nouvelles expérimentations pour la reproduction d'épingles de l'âge du Bronze. Les apports des techniques d'orfèvrerie : le tournage de la cire perdue. In : Feugère, Gérold 2004, p. 43-52.

Pietzsch 1964 : PIETZSCH (A.), *Zur Technik der Wendelringe. Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege*. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften (Beiheft, Band 4), Berlin, 1964.

Piggott 1938 : PIGGOTT (S.), The Early Bronze Age in Wessex, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 4, n° 1, 1938, p. 52-106.

Pingel 1985 : PINGEL (V.), Bemerkungen zu den Schatzfunden von Caldas de Reyes (Prov. Pontevedra), *Madriider Mitteilungen*, Band 26, 1985, p. 29-44.

Pingel 1986 : PINGEL (V.), Zum Beginn der Goldmetallurgie im Westen der Iberischen Halbinsel. In : Festschrift Gero von Merhart 1986, p. 193-211.

Pingel 1989 : PINGEL (V.), Zum Beginn der Goldmetallurgie auf der Iberischen Halbinsel. In : Hauptmann 1989, p. 45-50.

- Pingel 1992 : PINGEL (V.), *Die vorgeschichtlichen Goldfunde der Iberischen Halbinsel. Eine archäologische Untersuchung zur Auswertung der Spektralanalysen*. De Gruyter (Madrider Forschungen, Band 17), Berlin, 1992.
- Planck 1985 : PLANCK (D.) Hrsg, *Der Keltenfürst von Hochdorf. Methoden und Ergebnisse der Landesarchäologie in Baden-Württemberg*. Stuttgart, 1985.
- Plate 1988 : PLATE (W.), *Metallische Werkstoffe und Verbrauchstoffe*. In : Braun-Feldweg 1988, p. 237-264.
- Plouin 1988 : PLOUIN (S.), *Le tumulus princier d'Ensisheim (Haut-Rhin)*, *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, t. 39, fasc. 1-2, 1988, p. 87-106.
- Pömer 1980 : PÖMER (K.) Hrsg, *Die Hallstattkultur*. Steyr, 1980.
- Powell 1953 : POWELL (T. G. E.), *The gold ornament from Mold, Flintshire, North Wales*, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 19, n° 2, 1953, p. 161-179.
- Powell 1973 : POWELL (T. G. E.), *The Sintra collar and the Shannongrove gorget: aspects of Late Bronze Age goldwork in the west of Europe*, *North Munster Antiquarian Journal*, vol. 16, 1973, p. 2-13.
- Prieto Martínez, Salanova 2015 : PRIETO MARTÍNEZ (M. P.), SALANOVA (L.) eds, *The Bell Beaker transition in Europe. Mobility and local evolution during the 3<sup>rd</sup> Millenium BC*. Oxbow Books, Oxford, 2015.
- Proto-história da Península Ibérica 2000 : Proto-história da Península Ibérica*. Actas do 3 Congresso de Arqueologia Peninsular, Vol. 5, ADECAP, Porto, 2000.
- Proudfoot 1955 : PROUDFOOT (V. B.), *The Downpatrick gold find. A hoard of gold objects from the Cathedral Hill, Downpatrick*. H.M.S.O. (Archaeological Research Publications, Northern Ireland, n° 3), Belfast, 1955.
- Publikationen zu wissenschaftlichen Filmen 1973 : Publikationen zu wissenschaftlichen Filmen*. Sektion Völkerkunde, Volkskunde 4, Institut für den wissenschaftlichen Film, Göttingen, 1973.
- Pulak 2000 : PULAK (C. M.), *Analyses of weight assemblages from the Late Bronze Age shipwrecks at Uluburun*. In : Pare 2000, p. 247-266.
- Querol, Chapa 1996 : QUEROL (M. A.), CHAPA (T.) eds, *Homenaje al Profesor Manuel Fernández Miranda*. Ediciones Complutense (Complutum, extra 6, vol. II), Madrid, 1996.
- Raftery 1967 : RAFTERY (J.), *The Gorteenreagh hoard*. In : Rynne 1967, p. 61-71.
- Raftery 1970 : RAFTERY (J.), *Two gold hoards from Co. Tyrone*, *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, vol. 100, n° 2, 1970, p. 169-174.
- Raftery 1971 : RAFTERY (J.), *A Bronze Age hoard from Ballytegan, Co. Laois*, *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, vol. 101, n° 1, 1971, p. 85-100.
- Randsborg 1984 : RANDSBORG (K.), *A bronze age grave on Funen containing metal worker's tools*, *Acta Archaeologica*, vol. 55, 1984, p. 185-189.
- Randsborg 1996 : RANDSBORG (K.) ed., *Absolute chronology. Archaeological Europe 2500-500 BC*. Munksgaard (Acta Archaeologica, Suppl. 1), Kopenhagen, 1996.
- Raschke 1954 : RASCHKE (G.), *Ein Goldfund der Bronzezeit von Etzelsdorf-Buch bei Nürnberg (Goldblechbekrönung)*, *Germania*, Band 32, n° 1-2, 1954, p. 1-6.

- Raub 1995 : RAUB (C.), The metallurgy of gold and silver in prehistoric times. In : Morteani, Northover 1995, p. 243-259.
- Redman *et al.* 1978 : REDMAN (C. L.), BERMAN (M. J.), CURTIN (E. V.), LONGHORNE (W. T.), VERSAGGI (N. M.), WANSER (J. C.) eds, *Social Archaeology. Beyond subsistence and dating*. Academic Press Inc (Studies in Archaeology), New York, London, San Francisco, 1978.
- Rehren *et al.* 1998 : REHREN (T.), HAUPTMANN (A.), MUHLY (J. D.) eds, *Metallurgica Antiqua: in Honour of Hans-Gert Bachmann and Robert Maddin*. Selbstverlag des Deutschen Bergbau-Museums (Der Anschnitt, Beiheft 8), Bochum, 1998.
- Reinholdt 1992 : REINHOLDT (C.), Arbeitszeugnisse geometrischer und archaischer Schmuckwerkstätten, *Archäologischer Anzeiger*, 1992, p. 215-231.
- Reinholdt 1993 : REINHOLDT (C.), Der Thyreatis-Hortfund in Berlin. Untersuchungen zum vormykenischen Edelmetallschmuck in Griechenland, *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts*, Band 108, 1993, p. 1-21.
- Renfrew, Bahn 2005 : RENFREW (C.), BAHN (P.), *Archaeology. The key concepts*. Routledge, London, New York, 2005.
- Richly 1896 : RICHLY (H.), Handwerkzeuge eines reifen Schmiedes der Bronzezeit in Böhmen. Brucherzfund von Ritzen bei Leitmeritz, *Mitteilungen der K. K. Central Commission zur die Erforschung und Erhaltung der Kunst- und Historischen Denkmale*, Band 22 (N.F.), 1896, p. 121-123.
- Rieth 1939 : RIETH (A.), Zur Technik antiker und prähistorischer Kunst: Das Holzdrehsehn, *Jahrbuch für prähistorische und ethnographische Kunst*, Band 13-14, 1939, p. 85-107.
- Robert 1964 : ROBERT (P.), *Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*. Société du nouveau Littré, Paris, 1964.
- Robert 2008 : ROBERT (J.), La consommation de l'or : analyse pondérale de découvertes de l'âge du Bronze final dans le domaine atlantique, *Bulletin de l'APRAB*, n° 5, 2008, p. 14-16.
- Roberts *et al.* 2013 : ROBERTS (B. W.), UCKELMANN (M.), BRANDHERM (D.), Old father time: the Bronze Age chronology of western Europe. In : Fokkens, Harding 2013, p. 17-46.
- Roche *et al.* 2004 : ROCHE (H.), GROGAN (E.), BRADLEY (J.), COLES (J.), RAFTERY (B.) eds, *From Megaliths to Metal. Essays in Honour of George Eogan*. Oxbow Books, Oxford, 2004.
- Rodero Riaza 2002 : RODERO RIAZA (A.), Candelabro. In : *La herencia del pasado* 2002, p. 24.
- Rodríguez de la Esperanza Manterola 2004 : RODRÍGUEZ DE LA ESPERANZA MANTEROLA (M. J.), La primera industria del oro en el Valle del Ebro. In : Perea *et al.* 2004b, p. 189-195.
- Rodríguez Díaz *et al.* 2017 : RODRÍGUEZ DÍAZ (A.), PAVÓN SOLDEVILA (I.), DUQUE ESPINO (D. M.) ed., *Historias de Tesoros, Tesoros con Historia*. Universidad de Extremadura, Badajoz, 2017.
- Rolle *et al.* 1991 : ROLLE (R.), MÜLLER-WILLE (M.), SCHIETZEL (K.) Hrsg, *Gold der Steppe. Archäologie der Ukraine*. Archäologisches Landesmuseum, Schleswig, 1991.
- Rolley 2003 : ROLLEY (C.) dir., *La tombe princière de Vix*. 2 vol. Picard/Société des amis du musée du Châtillonnais, Paris, 2003.

- Rosenberg 1910 : ROSENBERG (M.), *Geschichte der Goldschmiedekunst auf technischer Grundlage: Einführung*. Frankfurt, 1910.
- Roussot-Larroque 2008 : ROUSSOT-LARROQUE (J.), La “sépulture de chef” de Pauilhac (Gers), *Préhistoire du Sud-Ouest*, n° 16-1, 2008, p. 91-142.
- Rowlands 1971 : ROWLANDS (M. J.), The archaeological interpretation of prehistoric metalworking, *World Archaeology*, vol. 3, n° 2, 1971, p. 210-223.
- Ruiz-Gálvez Priego 1978 : RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO (M.), El tesoro de Caldas de Reyes, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 35, 1978, p. 165-192.
- Ruiz-Gálvez Priego 1984 : RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO (M.), *La Península Ibérica y sus relaciones con el círculo cultural atlántico*. Vol. I et II, Universidad Complutense, Madrid, 1984.
- Ruiz-Gálvez Priego 1995 : RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO (M.), From gift to commodity: The changing meaning of precious metals in the later Prehistory of the Iberian Peninsula. In : Morteani, Northover 1995, p. 45-63.
- Ruiz-Gálvez Priego 1998 : RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO (M.), *La Europa Atlántica en la Edad del Bronce. Un viaje a las raíces de la Europa occidental*. Crítica, Barcelona, 1998.
- Ruiz-Gálvez Priego 2000 : RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO (M.), Weight systems and exchange networks in Bronze Age Spain. In : Pare 2000, p. 265-279.
- Ruiz Mata 2001 : RUIZ MATA (D.), Tartessos. In : Almagro-Gorbea *et al.* 2001, p. 1-190.
- Russel *et al.* 1990 : RUSSEL (A. D.), BOISMIER (W. A.), FOXON (A.), GREEN (F. J.), Two Beaker burials from Chilbolton, Hampshire, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 56, 1990, p. 153-172.
- Russel Córtez 1954 : RUSSEL CÓRTEZ (F.), O bracelete de Estremoz, *Nummus*, vol. 2, n° 6, 1954, p. 71-73.
- Ryan 1978 : RYAN (M.) ed., *The origins of metallurgy in Atlantic Europe*. Proceedings of the fifth Atlantic Colloquium, Stationery Office, Dublin, 1978.
- Ryan 1998 : RYAN (M.) ed., *Irish antiquities: Essays in Memory of Joseph Raftery*. Wordwell, Dublin, 1998.
- Rynne 1967 : RYNNE (E.) ed., *North Munster Studies. Essays in commemoration of Monsignor Michael Moloney*. The Thomond Archaeological Society, Limerick, 1967.
- Savory 1977 : SAVORY (H. N.), A new hoard of Bronze Age gold ornaments from Wales, *Archaeologia Atlantica*, vol. 2, 1977, p. 37-53.
- Savory 1980 : SAVORY (H. N.), *Guide catalogue of the Bronze Age collections*. National Museum of Wales, Cardiff, 1980.
- Schauer 1984 : SCHAUER (P.), Spuren minoisch-mykenischen und orientalischen Einflusses im atlantischen Westeuropa, *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums*, n° 31, 1984, p. 137-186.
- Schauer 1986 : SCHAUER (P.), *Die Goldblechkegel der Bronzezeit. Ein Beitrag zur Kulturverbindung zwischen Orient und Mitteleuropa*. Habelt (RGZM Monographien, Band 8), Bonn, 1986.

- Schauer 1996 : SCHAUER (P.) ed., *Archäologische Forschungen zum Kultgeschehen in der Jüngeren Bronzezeit und Frühen Eisenzeit Alteuropas*. Ergebnisse eines Kolloquiums in Regensburg (4.-7. Oktober 1993), Universität Regensburg (Regensburger Beiträge zur prähistorischen Archäologie, 2), Bonn, 1996.
- Schauer 2004 : SCHAUER (P.), Goldener Zierrat, Goldblechkalotten und Goldblechkegel der Bronze- und Urnenfelderzeit Alteuropas. In : Roche *et al.* 2004, p. 117-123.
- Scheel 1989 : SCHEEL (B.), *Egyptian metalworking and tools*. Shire Publications (Shire Egyptology), Aylesbury, 1989.
- Scheid-Tissinier 1994 : SCHEID-TISSINIER (E.), *Les usages du don chez Homère. Vocabulaire et pratique*. Presses universitaires de Nancy, Nancy, 1994.
- Scheme 2004 : SCHEME (P. A.) ed., *Treasure Annual Report*. Department for Culture, Media and Sports, Cultural Property Unit, London, 2004.
- Schiffer 1985 : SCHIFFER (M. B.) ed., *Advances in archaeological method and theory*. Vol. 8, Michael Brian Schiffer, London, 1985.
- Schiffer, Skibo 1987 : SCHIFFER (M. B.), SKIBO (J. M.), Theory and experiment in the study of technological change, *Current Anthropology*, vol. 28, n° 5, 1987, p. 595-622.
- Schmid-Sikimic, Della Casa 1995 : SCHMID-SIKIMIC (B.), DELLA CASA (P.) eds, *Festschrift für Margarita Primas, Trans Europam. Beiträge zur Bronze- und Eisenzeit zwischen Atlantik und Altai*. Habelt (Antiquitas Reihe 3, Band 34), Bonn, 1995.
- Schneider 2006 : SCHNEIDER (U.), Kelch und Patene – Himmlicher Glanz im Dienste der Kirche. In : Bleile 2006, p. 64-70.
- Schönfeld, Gisbier 1986 : SCHÖNFELD (M.), GISBIER (J.), *Cerea et cereus. Von den Wachsen, deren Gebrauch und Anwendung in der Geschichte und ihre Rolle bei der Entwicklung von Handwerk, Kunst und Technik*. Offizin Andersen Nexö, Leipzig, 1986.
- Schüle 1976 : SCHÜLE (W.), Der Bronzezeitliche Schatzfund von Villena (Prov. Alicante), *Madriider Mitteilungen*, Band 17, 1976, p. 142-159.
- Schumacher 2002 : SCHUMACHER (T.), Blechdiademe: Prestige Objekte frühbronzezeitlicher Eliten. In : Aslam *et al.* 2002, p. 493-516.
- Schwab *et al.* 2018 : SCHWAB (R.), MILCENT (P.-Y.), ARMBRUSTER (B.), PERNICKA (E.) Hrsg, *Early Iron Age gold in Celtic Europe: society, technology and archaeometry*. Proceedings of the International Congress held in Toulouse (11-14 March 2015), VML (Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft, 6, 1), Rahden, 2018.
- Scott 1991 : SCOTT (D. A.), *Metallography and microstructure of ancient historic metals*. Getty Conservation Institute, London, 1991.
- Seppä 1978 : SEPPÄ (H.), *Form emphasis for metalsmiths*. Kent State University Press, The Kent State, 1978.
- Severo 1905 : SEVERO (R.), Os bracaletes d'ouro de Arnozella, *Portugalia*, t. 2, fasc. 8, 1905, p. 63-71.
- Shell *et al.* 1998 : SHELL (C. A.), TAYLOR (J. J.), WARNER (R. B.), WATLING (R. J.), LA-ICP-MS analysis and the study of the compositional integrity of the two gold hoards from Downpatrick, Northern Ireland. In : Mordant *et al.* 1998, t. 1, p. 247-258.

Shepherd, Barclay 2004 : SHEPHERD (I. A. G.), BARCLAY (G. J.) eds, *Scotland in ancient Europe. The Neolithic and Early Bronze Age of Scotland in their European context*. Society of Antiquaries of Scotland, Edinburgh, 2004.

Sheridan 2014 : SHERIDAN (A.), Gold in ancient Scotland. In : Clark 2014, p. 39-59.

Sheridan *et al.* 2003 : SHERIDAN (A.), KOCHMAN (W.), ARANAUSKAS (R.), The grave goods from the Knowes of Trotty, Orkney: reconsideration and replication. In : Downes, Ritchie 2003, p. 176-188.

Sherratt 1986 : SHERRATT (A.), The Radley “earrings” revisited, *Oxford Journal of Archaeology*, vol. 5, n° 1, 1986, p. 61-66.

Sillar, Boyd 1999 : SILLAR (B.), BOYD (B.) ed., *Embedded technologies*. Lampeter Workshops in Archaeology, Lampeter, 1999.

Sinclair *et al.* 1997 : SINCLAIR (A.), SLATER (E.), GOWLETT (J.) eds, *Archaeological sciences 1995*. Proceedings of a conference on the application of scientific techniques to the study of archaeology, Liverpool (July 1995), Oxbow Books (Oxbow Monograph, 64), Oxford, 1997.

Singer *et al.* 1954 : SINGER (C.), HOLMYARD (E. J.), HALL (A. R.) eds, *A history of technology*. Vol. 1, Oxford University Press, Oxford, 1954.

Siret, Siret 1890 : SIRET (E.), SIRET (L.), *Las primeras edades del metal en el Sudeste de España. Resultados obtenidas en las excavaciones hechas por los autores desde 1881 a 1887*. Barcelona, 1890.

Skinner 1954 : SKINNER (F. G.), Measures and weights. In : Singer *et al.* 1954, p. 774-784.

Smirke 1837 : SMIRKE (E.), Some account of the discovery of a goldcup in a barrow in Cornwall, *Archaeological Journal*, vol. 24, n° 1, 1837, p. 189-195.

Smith 1936 : SMITH (R. A.), The Rillaton gold cup, *British Museum Quarterly*, n° 11, 1936, p. 1-3.

Smith 1959 : SMITH (M. A.), Some Somerset hoards and their place in the Bronze Age of southern Britain, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 25, 1959, p. 144-187.

Smolla 1964 : SMOLLA (G.), Analogien und Polaritäten. In : Uslar, Narr 1964, p. 30-35.

Soldevila 1997 : SOLDEVILA (I. P.), *Los primeros poblados de Alange: La prehistoria a orillas del Matachel*. Merida, 1997.

Soler 1965 : SOLER (J. M.), *El tesoro de Villena*. Excavaciones en España 36, Madrid, 1965.

Soler 1987 : SOLER (J. M.), *Excavaciones arqueológicas en el Cabezo Redondo (Villena, Alicante)*. Diputación Provincial de Alicante, Alicante, 1987.

Sperber 2000 : SPERBER (L.), Zum Grab eines spätbronzezeitlichen Metallhandwerkers von Lachen-Speyerdorf, Stadt Neustadt a.d. Weinstrasse, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, n° 30, 2000, p. 383-402.

Spindler 1969 : SPINDLER (K.), Die kupferzeitliche Siedlung von Penedono, Portugal, *Madriider Mitteilungen*, Band 10, 1969, p. 45-116.

Spindler, Gally 1973 : SPINDLER (K.), GALLAY (G.), *Kupferzeitliche Siedlung und Begräbnisstätten von Matacães in Portugal*. Zabern (Madriider Beiträge 1), Mainz, 1973.

- Spratling 1980 : SPRATLING (M. G.), Weighing of gold and silver in prehistoric Europe. *In* : Oddy 1980, p. 179-184.
- Springer 2003 : SPRINGER (T.) Hrsg, *Gold und Kult der Bronzezeit*. Nationalmuseum, Nürnberg, 2003.
- Star 2006 : STAR (R. van der) ed., *L'art des bijoux en argent. Des minorités de la Chine, du Triangle d'or, de la Mongolie et du Tibet. La collection de René van der Star*. Skira, Milan, 2006.
- Stead 1991 : STEAD (I. M.), The Snettisham treasure: excavations in 1990, *Antiquity*, vol. 65, n° 248, 1991, p. 447-464.
- Steuer 2007 : STEUER (H.), Waagen und Gewichte. *In* : Beck *et al.* 2007, p. 539-586.
- Stevenson 1974 : STEVENSON (R. B. K.), The Hunterston brooch and its significance, *Medieval Archaeology*, vol. 18, n° 1, 1974, p. 16-42.
- Strahm 1972 : STRAHM (C.), Das Beil von Thun-Renzenühl, *Helvetica Archaeologica*, n° 3, 1972, p. 99-112.
- Taylor 1968 : TAYLOR (J. J.), Early Bronze Age gold neckrings in western Europe, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 34, 1968, p. 259-265.
- Taylor 1970a : TAYLOR (J. J.), Gold pins in the Ridgeway gold pommel, *The Antiquaries Journal*, vol. 50, n° 2, 1970, p. 216-221.
- Taylor 1970b : TAYLOR (J. J.), Lunulae reconsidered, *Proceedings of the Prehistoric Society*, vol. 36, 1970, p. 38-71.
- Taylor 1974 : TAYLOR (J. J.), Appendice I. The gold box from "La Motta", Lannion. *In* : Butler, Waterbolk 1974, p. 152-167.
- Taylor 1978 : TAYLOR (J. J.), The relationship of British Early Bronze Age goldwork to Atlantic Europe. *In* : Ryan 1978, p. 229-250.
- Taylor 1980 : TAYLOR (J. J.), *Bronze Age goldwork of the British Isles*. Cambridge University Press, Cambridge, 1980.
- Taylor 1985 : TAYLOR (J. J.), Gold and silver. *In* : Clarke *et al.* 1985, p. 182-192.
- Taylor 1996 : TAYLOR (J. J.), Échanges franco-britanniques d'idées et objets dans l'orfèvrerie du Bronze Ancien. *In* : Mordant, Gaiffé 1996, p. 623-636.
- Taylor 2001 : TAYLOR (J. J.), Insular Beaker goldwork: preliminary use of LA-ICP-MS analyses to elucidate cultural detail. *In* : Nicolis 2001, p. 727-728.
- Taylor 2004 : TAYLOR (J. J.), Recognizing an individual by his work: The goldsmith of Wessex and Armorica. *In* : Perea *et al.* 2004b, p. 339-348.
- Taylor 2005 : TAYLOR (J. J.), The work of the Wessex master goldsmith: its implications, *Wiltshire Archaeological and Natural History Magazine*, n° 98, 2005, p. 316-326.
- Thevenot 1991 : THEVENOT (J.-P.) dir., *L'Âge du Bronze en Bourgogne. Le dépôt de Blanot (Côte-d'Or)*. ARTEHIS Éditions (Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est, Suppl. 11), Dijon, 1991.
- Thevenot 1998 : THEVENOT (J.-P.), Un outillage de bronzier : le dépôt de La Petite Laugère, à Gévelard (Saône-et-Loire, France). *In* : Mordant *et al.* 1998, t. 2, p. 123-144.

- Thouvenin 1973 : THOUVENIN (A.), La soudure dans la construction des œuvres d'orfèvrerie antiques et anciennes, *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, t. 24, fasc. 1, 1973, p. 45-61.
- Thouvenin 1991 : THOUVENIN (A.), Fabrication des perles tubulaires en or et des jambières à spirales. In : Thevenot 1991, p. 135-139.
- Thouvenin, Thevenot 1998 : THOUVENIN (A.), THEVENOT (J.-P.), Au sujet de l'utilisation de "ciselets" de bronze provenant du dépôt de la Petite Laugère, à Gévelard (Saône-et-Loire), *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, t. 49, 1998, p. 366-370.
- Treasure 1999 : *Treasure Annual Report 1998-1999*. Department for Culture, Media and Sports. Buildings, Monuments and Sites Division, London, 1999.
- Treasure 2000 : *Treasure Annual Report 2000*. Department for Culture, Media and Sports. Cultural Property Unit, London, 2000.
- Treasure 2001 : *Treasure Annual Report 2001*. Department for Culture, Media and Sports. Cultural Property Unit, London, 2001.
- Treasure 2004 : *Treasure Annual Report 2004*. Department for Culture, Media and Sports. Cultural Property Unit, London, 2004.
- Treue *et al.* 1965 : TREUE (W.), GOLDMANN (K.), KELLERMANN (R.), KLEM (F.), SCHNEIDER (K.), STROMER (W. V.), WIßNER (A.), ZIRNBAUER (H.), *Das Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg*. Deutsche Handwerksbilder des 15. und 16. Jahrhunderts, Bruckmann, München, 1965.
- Trigg 2012 : TRIGG (J.) ed., *Of things gone but not forgotten: Essays in archaeology for Joan Taylor*. BAR Publishing (BAR International Series, 2434), Oxford, 2012.
- Tylecote 1978 : TYLECOTE (R. E.), The solid phase bonding of gold to metals. Historical and more fundamental aspects, *Gold Bulletin*, n° 11, 1978, p. 74-80.
- Tylecote 1986 : TYLECOTE (R. E.), *The prehistory of metallurgy on the British Isles*. Routledge, London, 1986.
- Tylecote 1987 : TYLECOTE (R. E.), *The early history of metallurgy in Europe*. Longman, London, 1987.
- Uerpmann, Uerpmann 2003 : UERPMANN (H.-P.), UERPMANN (M.), *Zambujal. Die Stein- und Beinartefakte aus den Grabungen 1964-1973*. Zabern (Madriider Beiträge, 5 ; Zambujal Teil, 4), Mainz, 2003.
- Untracht 1968 : UNTRACHT (O.), *Metal techniques for craftsmen. A Basic Manual on The Methods of Forming and Decorating Metals*. Doubleday & Company, New York, 1968.
- Untracht 1982 : UNTRACHT (O.), *Jewelry concepts and technology*. NAG Press, London, 1982.
- Urbina Martínez, García-Vuelta 2010 : URBINA MARTÍNEZ (D.), GARCÍA-VUELTA (O.), Las Lunas, Yuncler (Toledo). Un depósito de materiales metálicos del Bronce Final en la Submeseta Sur de la Península Ibérica, *Trabajos de Prehistoria*, vol. 67, n° 1, 2010, p. 175-196.
- Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie der Schweiz* 1972 : *Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte*. Band 3, Basel, 1972.

- Uslar, Narr 1964 : USLAR (R. V.), NARR (K.) eds, *Studien aus Alteuropa I*. Böhlau (Bonner Jahrbücher Beiheft, 10, n° 1), Köln, 1964.
- Vandkilde 1996 : VANDKILDE (H.), *From stone to bronze. The metalwork of the Late Neolithic and Earliest Bronze Age in Denmark*. Moesgård (Jutland Archaeological Society Publications, 32), Aarhus, 1996.
- Van Impe et al. 1997-1998 : VAN IMPE (L.), CREEMERS (G.), VAN LAERE (R.), SCHEERS (S.), WOUTERS (H.), ZIEGHAUS (B.), De Keltische goudschat van Beringen (prov. Limburg), *Archeologie in Vlaanderen*, n° 6, 1997-1998, p. 9-132.
- Vanja 1995 : VANJA (K.), Ohrringträger "in Zivil". Von Zeichen, Bedeutungen und Selbstdeutungen des Männerohrrings in der Gegenwart. In : Brednich, Schmitt 1997, p. 353-366.
- Varndell 1997 : VARNDELL (G.), A Bronze Age gold torc from Sudbrook, Lincs, *Oxford Journal of Archaeology*, vol. 16, n° 1, 1997, p. 73-78.
- Varndell 2001 : VARNDELL (G.), Ringing the changes: when terminology matters, *Antiquity*, vol. 75, n° 289, 2001, p. 515-516.
- Varndell 2004 : VARNDELL (G.), Cobham, Kent: Copper Age gold disc (2004 T431). In : *Treasure 2004*, p. 20.
- Varndell et al. 2007 : VARNDELL (G.), COE (D.), HEY (G.), The Crow Down hoard, Lambourn, West Berkshire, *Oxford Journal of Archaeology*, vol. 26, n° 3, 2007, p. 275-301.
- Veit et al. 2003 : VEIT (U.), KIENLIN (T. L.), KÜMMEL (C.), SCHMIDT (S.) Hrsg, *Spuren und Botschaften: Interpretationen materieller Kultur*. Waxmann (Tübinger Archäologische Taschenbücher, 4), New York, München, Berlin, 2003.
- Verger 1996 : VERGER (S.), Une tombe à char oubliée dans l'ancienne collection Poinchy de Richebourg, *Mélanges de l'École Française de Rome – Antiquité*, t. 108, n° 2, 1996, p. 641-691.
- Verse et al. 2008 : VERSE (F.), KNOCHE (B.), GRAEFE (J.), HOHLBEIN (M.), SCHIERHOLD (K.), SIEMANN (C.), UCKELMANN (M.), WOLTERMANN (G.) Hrsg, *Durch die Zeiten... Festschrift für Albrecht Jockenhövel zum 65. Geburtstag*. VML, (Internationale Archäologie, Studia honoraria, 28), Rahden/Westfalen, 2008.
- Vilaça 1995 : VILAÇA (R.), *Aspectos do povoamento da Beira Interior (Centro e Sul) nos finais da Idade do Bronze*. 2 vol., IPPAR (Trabalhos de Arqueologia, 9), Lisboa, 1995.
- Vilaça 2003 : VILAÇA (R.), Acerca da existência de ponderais em contextos do Bronze Final / Ferro Inicial no território português, *O Arqueólogo Português*, série IV, n° 21, 2003, p. 245-288.
- Vilaça 2005 : VILAÇA (R.), The treasure of Baleizão, Beja (Alentejo, Portugal), *Journal of Iberian Archaeology*, n° 7, 2005, p. 177-184.
- Vilaça 2006a : VILAÇA (R.), Artefactos de ferro em contextos do Bronze Final do território português: Novos contributos e reavaliação dos dados, *Complutum*, n° 17, 2006, p. 81-101.
- Vilaça 2006b : VILAÇA (R.), Um colar do Bronze Final proveniente do Bolho (Cantanhede, Coimbra), *Conimbriga*, n° 45, 2006, p. 93-104.
- Vilaça 2007 : VILAÇA (R.), *Depósitos de bronze do território português. Um debate aberto*. Instituto de Arqueologia, Faculdade de letras, Universidade de Coimbra (Conimbriga anexos, 5), Coimbra, 2007.

- Vilaça 2011 : VILAÇA (R.), Ponderais do Bronze final-ferro inicial do occidente peninsular: novos dados e questões em aberto. *In* : Garcia-Bellido *et al.* 2011, p. 139-167.
- Vilaça *et al.* 2012 : VILAÇA (R.), BOTTAINI (C.), MONTERO-RUIZ (I.), O depósito do Cabeço de Maria Candal, Freixianda (Ourém, Portugal), *O Arqueólogo Português, série V*, n° 2, 2012, p. 297-353.
- Volti 2001 : VOLTI (R.), *Society and technological change*. Worth Publishers Inc., 4<sup>th</sup> edition, New York, 2001.
- Voss *et al.* 1998 : VOSS (H.-U.), HAMMER (P.), LUTZ (J.) ed., *Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde im Vergleich. Archäometallurgische Untersuchungen ausgehend von elbgermanischen Körpergräbern*. (Berichte der Römisch-Germanischen Kommission 79), 1998.
- Waddell 1991 : WADDELL (J.), The Celticization of the West: An Irish perspective. *In* : Chevillot, Coffyn 1991, p. 349-366.
- Waddell 2000 : WADDELL (J.), *The prehistoric archaeology of Ireland*. Wordwell, Dublin, 2000.
- Waddell, Shee Twohig 1995 : WADDELL (J.), SHEE TWOHIG (E.), *Ireland in the Bronze Age*. Proceedings of the Dublin Conference (April 1995), The Stationery Office, Dublin, 1995.
- Wälchli, Vuilleumier 1985 : WÄLCHLI (W.), VUILLEUMIER (P.), L'essai à pierre de touche, *Aurum*, n° 24, 1985, p. 36-45.
- Waldren *et al.* 1991 : WALDREN (W. H.), ENSENYAT (J. A.), KENNARD (R. C.) eds, *11<sup>nd</sup> Deya International Conference of Prehistory: recent developments in Western Mediterranean prehistory: archaeological techniques, technology and theory*. Tempus Reparatum (BAR International Series, 573), Oxford, 1991.
- Wallace, O'Floinn 2002 : WALLACE (P. F.), O'FLOINN (R.), *Treasures of the National Museum of Ireland: Irish Antiquities*. Gill & Macmillan Ltd, Dublin, 2002.
- Walter 1989 : WALTER (P.), L'élaboration des alliages cuivreux à l'Âge du Bronze, *Antiquités Nationales*, n° 21, 1989, p. 15-21.
- Wamser, Gebhard 2001 : WAMSER (L.), GEBHARD (R.), *Gold. Magie, Mythos, Macht. Gold der Alten und der Neuen Welt*. Arnoldsche, Stuttgart, 2001.
- Warmenbol 1991 : WARMENBOL (E.), Or, oreilles, corbeilles. À propos de deux parures du Bronze final trouvées au Trou del Leuve à Sinsin (Namur, Belgique), *Archéo-Situla*, n° 11, 1991, p. 4-19.
- Warmenbol 1994a : WARMENBOL (E.), Années de bronze, anneaux dorés. À propos d'un bijou du Bronze Final découvert à Tagnon (Ardennes), *Amphora*, n° 73, 1994, p. 31-34.
- Warmenbol 1994b : WARMENBOL (E.), Un marteau à douille découvert à Namur, *Amphora*, n° 73, 1994, p. 19-22.
- Warmenbol 1996 : WARMENBOL (E.), L'or, la mort et les Hyperboréens. La bouche des Enfers ou le Trou de Han à Han-sur-Lesse. *In* : Schauer 1996, p. 203-234.
- Warmenbol 1997 : WARMENBOL (E.), Les ors de l'âge du Bronze en Belgique. Reflets et réflexions, *Vie Archéologique*, n° 48, 1997, p. 25-37.

- Warmenbol 1999 : WARMENBOL (E.), Le soleil des morts. Les ors protohistoriques de Han-sur-Lesse (Namur, Belgique), *Germania*, Band 77, n° 1, 1999, p. 39-69.
- Warmenbol 2004a : WARMENBOL (E.), Bronze Age gold from Han-sur-Lesse (Prov. Namur, Belgium). Another drop of sun. In : Perea *et al.* 2004b, p. 359-369.
- Warmenbol 2004b : WARMENBOL (E.), Gold picking and PIXE analysis. More about the Bronze Age gold found in the cave of Han-sur-Lesse (Namur, Belgium), *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, Band 226, 2004, p. 208-221.
- Warner 2004 : WARNER (R. B.), Irish gold artefacts: observations from Hartmann's analytical data. In : Roche *et al.* 2004, p. 72-82.
- Warner *et al.* 2009 : WARNER (R.), CHAPMAN (R.), CAHILL (M.), MOLES (N.), The gold source found last?, *Archaeology Ireland*, vol. 23, n° 2 (88), 2009, p. 22-25.
- Warth 1956 : WARTH (A. H.), *The chemistry and technology of waxes*. Reinhold Publishing Corporation, New York, 1956.
- Weisgerber, Roden 1986 : WEISGERBER (G.), RODEN (C.), Griechische Metallhandwerker und ihre Gebläse, *Anschnitt*, Band 38, n° 1, 1986, p. 2-26.
- Weiss, Marnette 2006 : WEISS (R. M.), MARNETTE (W.) Hrsg, *Frühes Gold aus Norddeutschland*. Veröffentlichungen des Helms-Museum Hamburger Museum für Archäologie und die Geschichte Harburgs 96, Hamburg, 2006.
- Wells 1980 : WELLS (P. S.), *Culture contact and culture change: Early Iron Age central Europe and the Mediterranean world*. Cambridge University Press, Cambridge, 1980.
- Weule 1908 : WEULE (K.), *Wissenschaftliche Ergebnisse meiner ethnographischen Forschungen in den Südosten Deutsch-Ostafrikas*. Mittler (Ergänzungsheft Nr. 1 der Mitteilungen aus den Deutschen Schutzgebieten), Berlin, 1908.
- Whitfield 1974 : WHITFIELD (N.), Finding the Tara Brooch, *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, vol. 104, 1974, p. 120-142.
- Wigley 1898 : WIGLEY (T. B.), *The art of the goldsmith and jeweller: a treatise on the manipulation of gold in the various processes of goldsmith's work, and the manufacture of personal ornaments. For the use of students and practical men*. Griffin's Metallurgical Series, London, 1898.
- Wilde 1862 : WILDE (W. R.), *Catalogue of the antiquities of gold in the Museum of the Royal Irish Academy*. Dublin, 1862.
- Wilson 1863 : WILSON (D.), *Prehistoric Annals of Scotland*. Vol. I, Macmillan & Co., London, Cambridge, 1863.
- Wirth 2006 : WIRTH (S.), Vogel-Sonnen-Barke. In : Beck *et al.* 2006, p. 552-563.
- Wolters 1984 : WOLTERS (J.), *Der Gold- und Silberschmied 1. Werkstoffe und Materialien 2*. Stuttgart, 1984.
- Wolters 1986 : WOLTERS (J.), *Die Granulation. Geschichte und Technik einer alten Goldschmiedekunst*. München, 1986.
- Woodward 2000 : WOODWARD (P. J.), Dorset County Museum, Chickereil neckrings, n° 4814, *National Art Collection Fund Review*, 2000, p. 79.

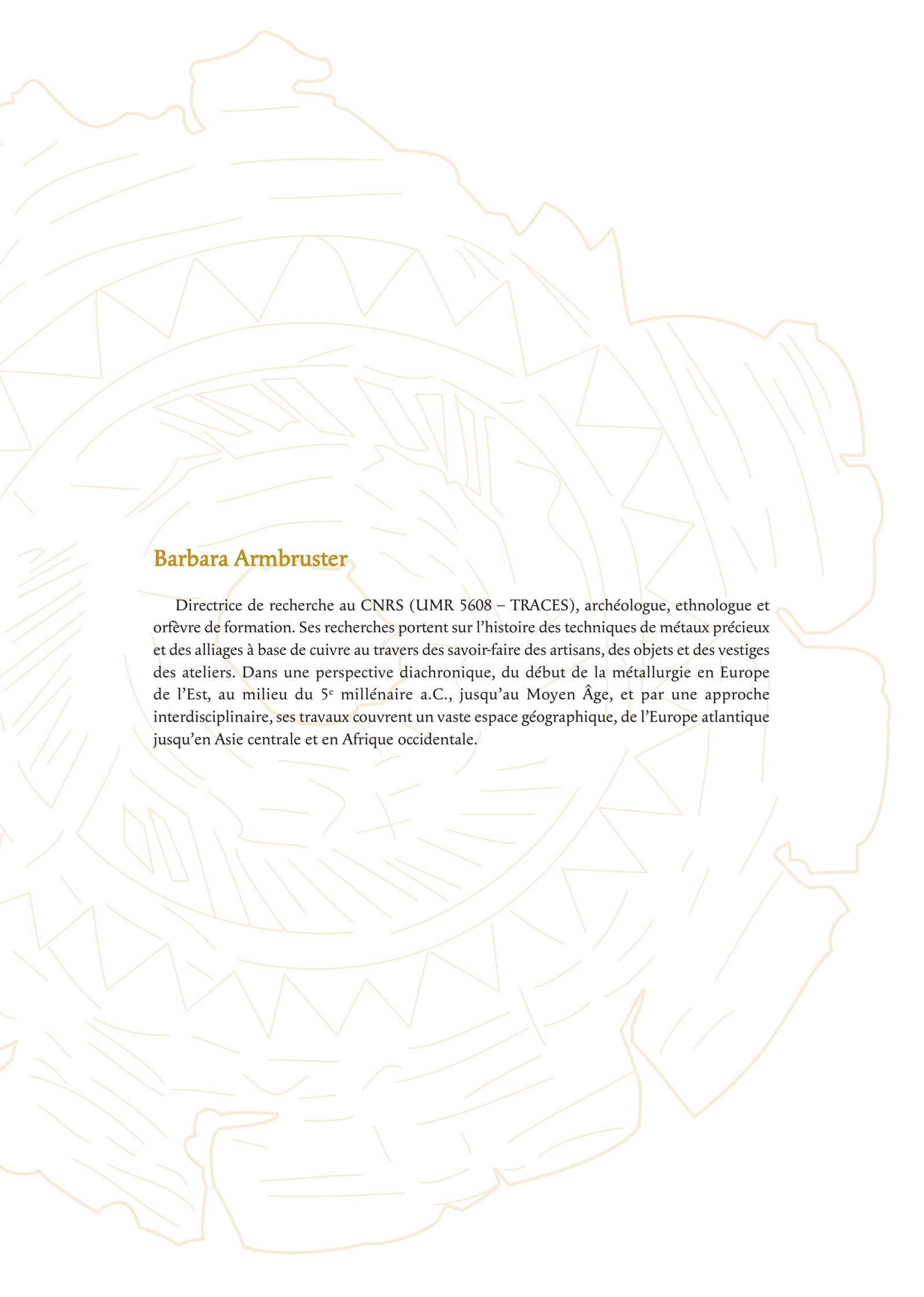
- Woodward, Hunter 2015 : WOODWARD (A.), HUNTER (J.), *Ritual in Early Bronze Age grave goods. An examination of ritual and dress equipment from Chalcolithic and Early Bronze Age graves in England*. Oxbow Books, Oxford, 2015.
- Wylie 1985 : WYLIE (A.), The reaction against analogy. *In* : Schiffer 1985, p. 63-111.
- Wyss 1967 : WYSS (R.), *Bronzezeitliches Metallhandwerk*. Paul Haupt (Aus dem Schweizerischen Landesmuseum, 21), Bern, 1967.
- Wyss 1972 : WYSS (R.), Technik, Wirtschaft und Handel. *In* : *Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie der Schweiz* 1972, p. 123-144.
- Wyss 2003 : WYSS (R.), Die bronzezeitliche Siedlung Cresta bei Cazis, Graubünden, *Helvetia Archaeologica*, n° 34, 2003, p. 66-105.
- Xenaki-Sakellariou, Chatziliou 1989 : XENAKI-SAKELLARIOU (A.), CHATZILIOU (C.), *“Peinture en métal” à l’époque mycénienne. Incrustation, damasquinage, niellure*. De Boccard, Athènes, 1989.
- Yalcin et al. 2005 : YALCIN (Ü.), PULAK (C.), SLOTTA (R.) Hrsg, *Das Schiff von Uluburun. Welthandel vor 3 000 Jahren*. Katalog der Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum (15-16 Juli 2006), Bergbaumuseum Bochum, Bochum, 2005.
- Zbyszewski, Veiga Ferreira 1958 : ZBYSZEWSKI (G.), VEIGA FERREIRA (O.), Estação pré-histórica da Penha Verde (Sintra), *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, n° 39, 1958, p. 37-57.
- Zich 2004 : ZICH (B.), Die Fürstengräber von Leubingen und Helmsdorf. *In* : Meller 2004, p. 156-159.
- Zimmer 1982 : ZIMMER (G.), *Antike Werkstattbilder*. SMPK (Bilderhefte der Staatlichen Museen Preußischer Kulturbesitz, 42), Berlin, 1982.
- Zimmer 1985 : ZIMMER (G.), Schriftquellen zum antiken Bronzeguß. *In* : Born 1985b, p. 38-49.
- Zimmer 2002 : ZIMMER (G.), Artigiai del bronzo in Grecia – Abilità tecniche e status sociale. *In* : Giunlia-Mair, Rubinich 2002, p. 40-47.

Tableau des lieux de découverte et de conservation des objets photographiés par l'auteur

Figure	Lieu de découverte	Lieu de conservation	Figure	Lieu de découverte	Lieu de conservation
fig. 2	New Ross, Co. Waterford, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 60 e et f	Paimpont, Ille-et-Vilaine, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 4	Villena, Alicante, ES	Museo Arqueológico de Villena, ES	fig. 61 b et c	Clones, Co. Monaghan, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 5a	Largatreeny, Co. Donegal, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 61 d et e	River Bann, Co. Antrim, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 5b	Abía de Obispalía, Cuenca, ES	British Museum, Londres, GB	fig. 63a	Herdade da Corte, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 5c	Zürich-Altstetten, CH	Schweizerisches Landesmuseum, Zürich, CH	fig. 63b	Sintra, Lisbonne, PT	British Museum, Londres, GB
fig. 5d	Cabeceiras de Basto, Braga, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 63c	Ickleton, Cambridgeshire, GB	British Museum, Londres, GB
fig. 6a	Écosse, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 63d	Guînes, Pas-de-Calais, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 6b	Caldas de Reyes, Pontevedra, ES	Museo Provincial de Pontevedra, ES	fig. 63e	Vix, Côte-d'Or, FR	Musée Archéologique du pays Châtillonnais, Châtillon-sur-Seine, FR
fig. 6c	Villena, Alicante, ES	Museo Arqueológico de Villena, ES	fig. 68	Villena, Alicante, ES	Museo Arqueológico de Villena, ES
fig. 7a	Tedavnet, Co. Monaghan, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 71	Saint-Babel, Puy-de-Dôme, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 7b	Évora, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 72	Derrinboy, Co. Offaly, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 7c	Cícere, Santa Comba, La Coruña, ES	Universidade de Santiago de Compostela, ES	fig. 73	Monte Airoso, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 9b	Gönnebek, Schleswig-Holstein, DE	Archäologisches Landesmuseum, Schleswig, DE	fig. 77b	Àtios, Porriño, ES	Museo Municipal de Vigo "Quiñones de León", Vigo, ES
fig. 18	Baiões, Viseu, PT	Polo Arqueológico de Viseu, PT	fig. 77c	Lannilis, Finistère, FR	Service régional de l'Archéologie, Rennes, FR
fig. 19a	Choisy-au-Bac, Oise, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 78	Quinta da Água Branca, Viana do Castelo, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 19b	Baiões, Viseu, PT	Polo Arqueológico de Viseu, PT	fig. 80	Rillaton, Cornwall, GB	British Museum, Londres, GB
fig. 25	Larnaud, Jura, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 81	Culduthel Mains, Inverness, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 26a	Belle-Île, Morbihan, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 82	Vila Nova de Cerveira, Viana do Castelo, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 26b	"Vaucluse", FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 83 a à c	"Irlande"	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 33	Génélard, Saône-et-Loire, FR	Musée Vivant Denon, Chalon-sur-Saône, FR	fig. 83 d et e	Co. Clare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 35	Génélard, Saône-et-Loire, FR	Musée Vivant Denon, Chalon-sur-Saône, FR	fig. 83f	Cruttenclough, Co. Kilkenny, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 36	Bishopsland, Co. Kildare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 84	Towednack, Cornwall, GB	British Museum, Londres, GB
fig. 37	Adabrock, Lewis, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 85a	Sintra, Lisbonne, PT	British Museum, Londres, GB
fig. 44	Porcieu-Amblagieu, Isère, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 85b	Àlamo, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 45	Fort-Harrouard, Sorel-Moussel, Eure-et-Loir, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 86a	Sagrajas, Badajoz, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES
fig. 49	Kyle of Oykel, Sutherland, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 86b	Àlamo, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 54b	Larnaud, Jura, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 88	Alcudia, Ciudad Real, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES
fig. 54c	Petit-Villatte, Neuvy-sur-Barangeon, Cher, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 89	Tara, Co. Meath, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 56b	Baiões, Viseu, PT	Polo Arqueológico de Viseu, PT	fig. 90	Gorteenreagh, Co. Clare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 58 a à c	Génélard, Saône-et-Loire, FR	Musée Vivant Denon, Chalon-sur-Saône, FR	fig. 91	Àlamo, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 58d	Larnaud, Jura, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 92	Ballinesker, Co. Wexford, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 60 a et b	Villena, Alicante, ES	Museo Arqueológico de Villena, ES	fig. 93	Mooghaun, Co. Clare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 60c	Ballinclesig, Co. Kerry, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 94	Irlande ; Inchigeelagh, Co. Cork, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 60d	Avanton, Vienne, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 95a	Towednack, Cornwall, GB	British Museum, Londres, GB

Figure	Lieu de découverte	Lieu de conservation	Figure	Lieu de découverte	Lieu de conservation
fig. 95b	Saint-Babel, Puy-de-Dôme, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 129	Naim, Co. Donegal, GB	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 96a	Culduthel Mains, Inverness, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 130	Rosgarron, Co. Derry, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 96b	Orbliston, Moray, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 132	Coulter, Peebleshire, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 97	Paulilhac, Gers, FR	Musée d'Aquitaine, Bordeaux, FR	fig. 134a	Menjíbar, Jaén, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES
fig. 98	Cícere, Santa Comba, La Coruña, ES	Universidade de Santiago de Compostela, ES	fig. 134b	Vale de Viegas, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 99	Herdade de Sardoninho, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 134c	Mérida, Badajoz, ES	British Museum, Londres, GB
fig. 100	Quinta da Água Branca, Viana do Castelo, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 134d	São Martinho, Alcácer do Sal, Setúbal, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 101	Rondossec, Morbihan, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 135	Kerboar, Saint-Ygeaux, Côtes d'Armor, FR	Service régional de l'Archéologie, Rennes, FR
fig. 102	Vale de Moinhos, Santarém, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 136 a et b	Pommerit-le-Vicomte, Côtes-d'Armor, FR	Service régional de l'Archéologie, Rennes, FR
fig. 103	Cícere, Santa Comba, La Coruña, ES	Universidade de Santiago de Compostela, ES	fig. 137 a et b	Barbanza, La Coruña, ES	Museo Provincial de Lugo, ES
fig. 104	Mata'l Casare I, Asturies, ES	Museo Arqueológico Provincial de Oviedo, ES	fig. 138a	Ermegueira, Lisbonne, PT ; Casal do Pardo, Palmela, Setúbal, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 106	"Irlande"	Universidade de Santiago de Compostela, ES	fig. 138b	Han-sur-Lesse, Namur, BE	Société Archéologique de Namur, BE
fig. 107	Ermegueira, Lisbonne, PT ; Estremoz, Évora, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 138 c et d	Cruttenclough, Castlecomer, Co. Kilkenny, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 108	Grotte de Han à Han-sur-Lesse, Namur, BE	Société Archéologique de Namur, BE	fig. 139	Blanot, Côte-d'Or, FR	Musée Archéologique de Dijon, FR
fig. 109	Ribécourt-Dreslincourt, Oise, FR	INRAP Nord-Picardie, Amiens, FR	fig. 140	Adabrock, Lewis, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 110	Moordorf, Aurich, DE	Niedersächsisches Landesmuseum, Hannover, DE	fig. 142	Lannion, Côtes-d'Armor, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 111	Trundholm, Sjælland, DK	Nationalmuseet, Copenhague, DK	fig. 143b	Caldas de Reyes, Pontevedra, ES	Museo Provincial de Pontevedra, ES
fig. 112	Ballina, Co. Mayo, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 146	Rillaton, Cornwall, GB	British Museum, Londres, GB
fig. 113	Oviedo, Asturies, ES	Museo Arqueológico Provincial de Oviedo, ES	fig. 148	Rongères, Allier, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 114	Tedavnet, Co. Monaghan, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 149	Axtroki, Guipúzcoa, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES
fig. 115	Cloyne, Co. Cork, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 150	Villena, Alicante, ES	Museo Arqueológico de Villena, ES
fig. 116	Belleville, Co. Cavan, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 151	Cuevas de Vinroma, Castellón de la Plana, ES	Instituto Valencia de Don Juan, Madrid, ES
fig. 117	Knowes of Trotty, Orkney, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 152	Villeneuve-Saint-Vistre, Marne, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 118	Cabeceiras de Basto, Braga, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 153 a et b	Villena, Alicante, ES	Museo Arqueológico de Villena, ES
fig. 119	Barnhill, Broughty Ferry, Angus, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 154	Avanton, Vienne, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 120a	Caldas de Reyes, Pontevedra, ES	Museo Provincial de Pontevedra, ES	fig. 155	Mold, Flintshire, GB	British Museum, Londres, GB
fig. 120b	São Martinho, Alcácer do Sal, Setúbal, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 156	Mira de Aire, Leiria, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT
fig. 121	Ninho do Açor, Castelo Branco, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 157	Guînes, Pas-de-Calais, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 122	Grotte de Han à Han-sur-Lesse, Namur, BE	Société Archéologique de Namur, BE	fig. 158	Kerviltré, Saint-Jean-Trolimon, Finistère, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 124	Saint-Potan, Côtes-d'Armor, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 159	Berzocana, Cáceres, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES
fig. 125	Kerivoa, Côtes-d'Armor, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 160a	Co. Mayo, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 126	Schulenburg, Niedersachsen, DE	Niedersächsisches Landesmuseum, Hannover, DE	fig. 160b	Seine à Paris, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 127	Rossmore Park, Co. Monaghan, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 162	Tara, Co. Meath, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 128	Killarneey, Co. Kerry, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 163	Castlereagh, Co. Roscommon, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE

Figure	Lieu de découverte	Lieu de conservation	Figure	Lieu de découverte	Lieu de conservation
fig. 166	Lanrivaroé, Finistère, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 197	Changis-sur-Marne, Seine-et-Marne, FR	INRAP, Île-de-France, FR
fig. 167	"Danemark"	Nationalmuseet, Copenhague, DK	fig. 198	Han-sur-Lesse, Namur, BE	Société archéologique de Namur, BE
fig. 168	Largatreeny, Co. Donegal, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 201	Irlande	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 169	Carrowmore, Co. Sligo, dépôt d'Inishowen, IE ; Bundrews, Co. Donegal, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 202 a à e	Ballytegan, Co. Laois, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 170	"Irlande", IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 202f	Irlande	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 173a	Baleizão, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 203	Schleswig-Holstein, DE	Archäologisches Landesmuseum, Schleswig, DE
fig. 173 b et d	"Coimbra", PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 205	Villena, Alicante, ES	Museo Arqueológico de Villena, ES
fig. 173 c et e	Sagrajas, Badajoz, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES	fig. 206a	Gorteenreagh, Co. Clare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 174	La Rocheport, Côte-d'Or, FR	Musée Archéologique de Dijon, FR	fig. 206b	"Irlande"	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 175	Cantonha, Braga, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 207a	Heights of Brae, Ross and Cromarty, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 176	Sintra, Lisbonne, PT	British Museum, Londres, GB	fig. 208a	Flögel, Cuxhafen, DE	Niedersächsisches Landesmuseum, Hannover, DE
fig. 177 a à d	Álamo, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 209	New Ross, Co. Waterford, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 178	Torre Vã, Beja, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 210	Clones, Co. Monaghan, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 179	Guînes, Pas-de-Calais, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR	fig. 212a	Balmashanner, Forfarshire, GB ; "Irlande"	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 180a	Arnozela, Braga, PT ; Beira Alta, PT ; sans provenance	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 212b	"Irlande"	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 180b	Arnozela, Braga, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 213a	Balmashanner, Forfarshire, GB ; Gogar, Mid-Lothian, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 181	Esposende, Braga, PT	Museu Nacional de Arqueologia, Lisbonne, PT	fig. 213b	Gogar, Mid-Lothian, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 183	Lockington, Leicestershire, GB	British Museum, Londres, GB	fig. 214a	Limerick, IE ; Gorteenreagh, Co. Clare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 184a	"France"	British Museum, Londres, GB	fig. 214 b à d	Gorteenreagh, Co. Clare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 184b	Heights of Brae, Ross and Cromarty, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 215	Boghall, Lanarkshire, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 184c	Melide, La Coruña, ES	Museo Provincial de Lugo, ES	fig. 216	Monzie Estate, Perthshire, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 184d	Urdiñeira, Ourense, ES	Museo Provincial de Lugo, ES	fig. 217	"Irlande"	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB
fig. 185a	"France"	British Museum, Londres, GB	fig. 220	Ballinclemesig, Co. Kerry, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 185b	Lockington, Leicestershire, GB	British Museum, Londres, GB	fig. 221	Enniscorthy, Co. Wexford, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 185c	Melide, La Coruña, ES	Museo Provincial de Lugo, ES	fig. 222	Borrisnoe, Co. Tipperary, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 186	Dysart, Co. Westmeath, IE ; Skrene, Co. Sligo, IE ; Derrinboy, Co. Offaly, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 223a	Mooghaun North, Co. Clare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 187 a et b	Topped Mountain, Co. Fermanagh, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 223b	Gorteenreagh, Co. Clare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 187c	Collesie, Fife, GB ; Skateraw, East Lothian, GB ; Blackwaterfoot, Bute, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 223c	Co. Clare, IE	National Museum of Ireland, Dublin, IE
fig. 187d	Abía de Obispalía, Cuenca, ES	British Museum, Londres, GB	fig. 223d	Sintra, Lisbonne, PT	British Museum, Londres, GB
fig. 188	Estremoz, Évora, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES	fig. 225	La Butte, Sainte-Colombe, Côte-d'Or, FR	Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye, FR
fig. 190	La Torreçilla, Madrid, ES	Museo Municipal de Madrid, ES	fig. 226	Vix, Côte-d'Or, FR	Musée Archéologique du pays Châtillonnais, Châtillon-sur-Seine, FR
fig. 191	Lebrija, Séville, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES	fig. 227	Jávea, Alicante, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES
fig. 192	Skye, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB	fig. 228	El Carambolo, Séville, ES	Museo Arqueológico de Sevilla, ES
fig. 193a	Provenances diverses	National Museum of Ireland, Dublin, IE	fig. 229	Cangas de Onis, Asturias, ES	Museo Arqueológico Nacional, Madrid, ES
fig. 194	Sculptor's Cave, Covesea, Moray, GB	National Museum of Scotland, Édimbourg, GB			
fig. 195	Irlande	National Museum of Ireland, Dublin, IE			
fig. 196	Irlande	National Museum of Ireland, Dublin, IE			



## **Barbara Armbruster**

Directrice de recherche au CNRS (UMR 5608 – TRACES), archéologue, ethnologue et orfèvre de formation. Ses recherches portent sur l'histoire des techniques de métaux précieux et des alliages à base de cuivre au travers des savoir-faire des artisans, des objets et des vestiges des ateliers. Dans une perspective diachronique, du début de la métallurgie en Europe de l'Est, au milieu du 5<sup>e</sup> millénaire a.C., jusqu'au Moyen Âge, et par une approche interdisciplinaire, ses travaux couvrent un vaste espace géographique, de l'Europe atlantique jusqu'en Asie centrale et en Afrique occidentale.



[www.chauvigny-patrimoine.fr](http://www.chauvigny-patrimoine.fr)

Association des Publications Chauvinoises - A.P.C.  
B.P. 90064 - F-86300 CHAUVIGNY  
Tél. : 05 49 46 35 45

e-mail : [apc@chauvigny-patrimoine.fr](mailto:apc@chauvigny-patrimoine.fr)  
[www.chauvigny-patrimoine.fr](http://www.chauvigny-patrimoine.fr)

Directeur de publication : Max AUBRUN  
Maquette - Mise en page : Anaëlle CORNIC ;  
Coordination : Sylvie CLÉMENT-GILLET



ISSN 1159-8646  
ISBN 979-10-90534-64-3

Imprimé par Typo'Libris  
Dépôt légal 2<sup>e</sup> trimestre 2021

*Cf. XIV. Quels développements de l'orfèvrerie en Europe atlantique avant l'introduction du fer (fig. 226, p. 232)*

