



**HAL**  
open science

# Quelques réflexions sur la réparation et la réutilisation des objets métalliques à l'âge du Bronze : aspects techniques et culturels

Léonard Dumont

## ► To cite this version:

Léonard Dumont. Quelques réflexions sur la réparation et la réutilisation des objets métalliques à l'âge du Bronze : aspects techniques et culturels. Gianenrico Bernasconi; Guillaume Carnino; Liliane Hilaire-Perez; Olivier Raveux. Les Reparations dans l'Histoire. Cultures techniques et savoir-faire dans la longue duree, Presses des Mines, pp.481-493, 2022, Histoire, sciences, techniques et societes, 978-2-35671-644-6. hal-03531991

**HAL Id: hal-03531991**

**<https://u-bourgogne.hal.science/hal-03531991v1>**

Submitted on 18 Jan 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## Les Réparations dans l'Histoire

Gianenrico Bernasconi, Guillaume Carnino, Liliane Hilaire-Pérez, Olivier Raveux (Dir.),  
*Les Réparations dans l'Histoire. Cultures techniques et savoir-faire dans la longue durée.* Paris :  
Presses des Mines, collection Histoire, sciences, techniques et sociétés, 2022.

© Presses des MINES – TRANSVALOR  
60, boulevard Saint-Michel  
75272 Paris Cedex 06 – France  
presses@mines-paristech.fr  
www.pressesdesmines.com

Couverture : © Fondation Baur, musée des arts d'Extrême-Orient, photo Studio Gérard

ISBN : 978-2-35671-644-6

ISSN : 1275-5559

Dépôt légal 2022  
Achevé d'imprimer en 2022 (Paris)

Cette publication a bénéficié du soutien de l'Institut Carnot M.I.N.E.S. et de la Faculté  
des lettres et des sciences humaines de l'Université de Neuchâtel, du GIS UTSH, de  
l'Université Aix-Marseille, du laboratoire TELEMME, du laboratoire ICT.

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution réservés pour  
tous les pays.



Sous la direction de :

Gianenrico Bernasconi, Guillaume Carnino  
Liliane Hilaire-Pérez, Olivier Raveux

Avec la collaboration de Catherine Herr-Laporte

## Les Réparations dans l'Histoire

Cultures techniques et savoir-faire dans la longue durée





---

## Remerciements

---

Ce livre est issu du colloque «Les réparations, de la préhistoire à nos jours : cultures techniques et savoir-faire» qui s'est tenu à Paris, du 26 au 28 juin 2019, au Musée de l'air et de l'espace, à l'Université Paris-Diderot (Université de Paris) et au Musée des arts et métiers. Nous remercions vivement ces établissements pour l'accueil excellent réservé aux sessions de travail.

Nous remercions chaleureusement les institutions et laboratoires qui ont soutenu le colloque et permis son organisation : l'Agence universitaire de la Francophonie, l'Institut d'Histoire de l'Université de Neuchâtel, le Centre Alexandre Koyré, l'EHESS, le CNRS, l'EA 2223 COSTECH, l'EA 337 Identités, Cultures-Territoires, le GIS UTSH, l'Institut universitaire de France (IUF), le LIA «Circulation des objets émaillés entre la France et la Chine», le Musée international d'horlogerie (La Chaux-de-Fonds), l'UMR CERCEC, l'UMR CRCAO, l'UMR TELEMMe.

Nous remercions tout particulièrement Catherine Herr-Laporte pour sa précieuse collaboration lors de la confection de cet ouvrage.



---

# Table des matières

---

Remerciements .....	9
Introduction - Les réparations dans l'Histoire .....	15
<i>Gianenrico Bernasconi, Guillaume Carnino, Liliane Hilaire-Pérez, Olivier Raveux</i>	
<b>PARTIE I - DES SAVOIR-FAIRE DE RÉPARATION</b> .....	25
Introduction .....	27
<i>Guillaume Carnino</i>	
Objets réparés, équipements d'entretien et forges de maintenance dans les campagnes de Gaule romaine .....	31
<i>Guillaume Huitorel, Luc Leconte, Gaspard Pagès</i>	
Lyon Saint-Georges 4. Différents types de réparations et d'entretien sur une épave : technique et savoir-faire au II <sup>e</sup> siècle.....	41
<i>Marc Guyon, Laure Meunier</i>	
C'est dans les vieilles formes à sucre que l'on fait les meilleurs pains : la réparation des céramiques de raffinage du XVII <sup>e</sup> au XIX <sup>e</sup> siècle .....	51
<i>Gaëlle Laire, Patricia Moitrel, Serge Le Maho</i>	
Savoir réparer au village. Un enjeu de formation à l'écran (France, années 1920-1930) .....	65
<i>Stéphane Lembré</i>	
L'avènement de la non-réparabilité des fenêtres par la diffusion du vitrage isolant, Belgique et France, 1945-1974.....	75
<i>Jean Souviron</i>	
La culture de la réparation chez les « ferrailleurs » des casses de la ville d'Abidjan : une vraie circulation des savoir-faire techniques en matière de réparation automobile en Côte d'Ivoire.....	87
<i>Hélène Timpoko Kienon-Kabore, Atta Bradié Jacob Kobenan</i>	
<b>PARTIE II - CONSOMMATION ET RÉPARATION</b> .....	99
Introduction .....	101
<i>Liliane Hilaire-Pérez</i>	
The Oeconomy of Repair.....	107
<i>Simon Werrett</i>	



Réparation textile, reprisage et faire durer : la consommation industrielle aux XVIII <sup>e</sup> et XIX <sup>e</sup> siècles en Grande-Bretagne .....	119
<i>Ariane Fennetaux</i>	
Une identité matérielle en suspens : réparations, imitations et finitions des porcelaines dans l'économie de la nouveauté au XVIII <sup>e</sup> siècle .....	141
<i>Sébastien Pautet</i>	
Faire, refaire, réparer et restaurer le luxe horloger. Éclairages par l'exemple de la maison Jaquet-Droz et Leschot (1758-1811).....	155
<i>Sandrine Girardier</i>	
Watch Repair in the United States, 1860-2020.....	171
<i>Alexis McCrossen</i>	
Questioning the Decline of Repair in the Late 20 <sup>th</sup> Century: The Case of Luxembourg, 1945-1990.....	185
<i>Stefan Krebs, Thomas Hoppenheit</i>	
<b>PARTIE III - RÉPARATIONS ET MUSÉOLOGIE</b> .....	201
Introduction .....	203
<i>Gianenrico Bernasconi</i>	
Des « gardiens frotteurs » aux « ouvriers d'art » : l'entretien et la réparation des collections des galeries au Conservatoire des arts et métiers au XIX <sup>e</sup> siècle ....	207
<i>Marie-Sophie Corcy</i>	
Restaurer une aile d'avion Spad VII : de la force de la représentation à la fragilité de la matière.....	223
<i>Laurent Rabier, Tiziana Beltrame</i>	
« Sur le fil » : traitement des réseaux électriques d'une maquette d'hôpital-modèle des années 1930 pour le Science Museum, Londres .....	239
<i>Françoise Collanges, Kenneth Cobb</i>	
Repairing Soweï Masks in Circulation: Characterizing Contexts of Indigenous Repair, Restoration, and Conservation .....	247
<i>Kristin Otto</i>	
Réparation, restauration, exposition : valoriser les instruments disloqués des musées de sciences et de technologie .....	259
<i>Jean-François Gauvin</i>	

<b>PARTIE IV - USAGES, CONTRAINTES, RESSOURCES</b> .....	273
Introduction .....	275
<i>Olivier Raveux</i>	
Réparer, innover. Le cas des éoliennes de 1180 à nos jours.....	279
<i>Philippe Bruyère</i>	
« Avec les moyens du bord » : la réparation à bord des navires français, XVIII <sup>e</sup> -XIX <sup>e</sup> siècles .....	297
<i>Géraldine Barron</i>	
Repairing the Broken Pots of the Late Neolithic in the South of France (3500-2300 BC). New Data Combining Functional and Analytical Approaches.....	309
<i>Pauline Debels, Julien Perthuisson, Pierre Adam, Philippe Schaeffer, Kewin Peche-Quilichini, Philippe Galant, Maxime Rageot, Arnaud Mazuy, Martine Regert</i>	
L'art de réparer et d'entretenir les navires méditerranéens : de l'Antiquité au haut Moyen-Âge.....	333
<i>Marie-Pierre Jézégou</i>	
The Practices of Repair on Russian Railways, 1860-1914.....	353
<i>Egor Lykov</i>	
Atouts et limites de la culture technique de la réparation en Pays d'Olmes. Le cas d'un territoire industriel méridional, XVIII <sup>e</sup> siècle - années 1920.....	367
<i>Bruno Evans</i>	
« Racommoder trois ou quatre briques » : les réparations dans les tuileries de la fin du Moyen Âge au XIX <sup>e</sup> siècle, entre sources textuelles et archéologiques .....	383
<i>Cyril Lacheze</i>	
Repairing Knowledge .....	395
<i>John Laudun</i>	
<b>PARTIE V - SYMBOLIQUE DE LA RÉPARATION ET LIEN SOCIAL</b> .....	409
Introduction .....	411
<i>Liliane Hilaire-Pérez</i>	
'It's all just like black magic'. Exploring the Notion of Repair within the Maker Movement.....	415
<i>Elisabeth Loose</i>	



L'entretien et la réparation des armes de guerre en Grèce dans l'Antiquité ...	427
<i>Isabelle Warin</i>	
Raccommodages et accommodements. Réparer les outils et les dommages dans le monde de la pêche (Dieppe, XVIII <sup>e</sup> siècle) .....	439
<i>Romain Grancher</i>	
Des bijoux brisés, trajectoires d'objets précieux durant le haut Moyen Âge : le cas de la sépulture 87 de la nécropole de Chasseneuil-sur-Bonnieure (Charente).....	453
<i>Julie Renou, Sébastien Poignant</i>	
Le cycle de vie des objets de luxe (joaillerie et textile) dans les temples babyloniens au 1 <sup>er</sup> millénaire avant notre ère .....	467
<i>Louise Quillien</i>	
Quelques réflexions sur la réparation et la réutilisation des objets métalliques à l'âge du Bronze : aspects techniques et culturels .....	483
<i>Léonard Dumont</i>	
De la matière au sens, ou comment l'objet médiéval se perd entre bricolage, emploi et réparation .....	497
<i>Pierre Alain Mariaux</i>	
Résumés.....	509
Les auteurs .....	535

## Introduction

## Les réparations dans l'Histoire

Gianenrico Bernasconi, Guillaume Carnino, Liliane Hilaire-Pérez, Olivier Raveux

L'histoire des réparations participe d'un courant fort de l'histoire des techniques, un courant empirique et matériel, favorisant l'étude du continuum des usages, des appropriations, des adaptations longtemps ignorées des grands récits<sup>1</sup>. Les réparations posent d'emblée la question des temporalités de l'histoire des techniques, non seulement un rapport au passé sans cesse réactualisé au lieu de la ligne du progrès technique, partant une pluralité temporelle ou hétérochronie, mais elles participent aussi des processus d'usure, de délitement, de destruction – *unmaking* – le plus souvent laissés dans l'ombre alors qu'ils posent des défis majeurs aux équipements et aux infrastructures, au risque d'accidents majeurs<sup>2</sup>. Comme l'exprime Ariane Fennetaux dans ce volume, «en se situant dans un entre-deux – celui entre le bon et le non fonctionnement – la réparation saisit donc quelque chose d'une tension fondamentale qui habite le monde matériel et technique, son essence même peut-être». Histoire des usages mais aussi des difficultés d'usage, des pannes, des échecs, longtemps aux marges de l'historiographie, la réparation suscite de plus en plus l'intérêt des chercheurs<sup>3</sup>. Les réparations et les pannes révèlent les dimensions constitutives de la réalité des techniques, irréductibles à l'application de la science à l'industrie et au contraire, indissociables de la résolution de contraintes multiples, matérielles, environnementales et humaines, ce que les

1 Stefan KREBS, Gabriele SCHABACHER, Heike WEBER (dir.), *Kulturen des Reparierens. Dinge-Wissen-Praktiken*, Bielefeld, transcript, 2018.

2 Jonas VAN DER STRAETEN, Heike WEBER, "Technology and its Temporalities. A Global Perspective", in Guillaume CARNINO, Liliane HILAIRE-PÉREZ, Jérôme LAMY (dir.), *Global History of Technology (19<sup>th</sup>-21<sup>st</sup> Centuries)*, Turnhout, Brepols, 2022, sous presse; Christoph RAUHUT, "The non-simultaneous as a research tool for late nineteenth-century construction sites", in Eike-Christian HEINE, Christoph RAUHUT (dir.), *Producing Non-Simultaneity. Construction Sites as Places of Progressiveness and Continuity*, London/New York, Routledge, 2018, p. 20-35; Stephen GRAHAM, Nigel THRIFT, "Out of Order: Understanding Repair and Maintenance", *Theory, Culture & Society*, 24, n° 3, 2007, p. 1-25.

3 Guy LAMBERT, Olivier RAVEUX (dir.), «Pannes et accidents (XIX<sup>e</sup>-XXI<sup>e</sup> siècle)», *Artefact. Histoire, techniques et sciences humaines*, n°11, 2019; Patrick FRIDENSON, «L'histoire de l'incertitude technique et ses enjeux», *Revue d'histoire moderne & contemporaine*, n°59-3, 2012, p. 7-18.



---

# Quelques réflexions sur la réparation et la réutilisation des objets métalliques à l'âge du Bronze : aspects techniques et culturels

---

Léonard Dumont

La réparation est une action visant à corriger un défaut. Celui-ci peut par exemple intervenir durant la fabrication de l'objet à différentes étapes de la chaîne opératoire ou lors de son utilisation (usure). La réparation n'est cependant pas limitée aux défauts structurels. L'identité visuelle d'un objet, à travers sa forme et ses décors, est également une composante fonctionnelle importante : si un objet destiné à effectuer une action peut prendre différentes formes, celui-ci devra avoir, au sein des sociétés protohistoriques, *la* bonne forme pour être fonctionnel, celle-ci variant selon les périodes et régions considérées<sup>1</sup>. La réparation peut ainsi également consister en la transformation visuelle d'un objet qui ne correspondrait pas aux critères de fonctionnalité au sein d'un espace culturel à une période donnée. La réutilisation est quant à elle une forme de réparation opportuniste consistant à transformer un objet défectueux en modifiant sa fonction.

Le sujet de la réparation des objets en alliage cuivreux de l'âge du Bronze n'a jusqu'ici été que très peu abordé. Les réparations sont dans le meilleur des cas mentionnées et représentées, mais elles n'ont que très rarement, si ce n'est jamais, été étudiées en tant que telle. Pour l'âge du Bronze, des études ponctuelles existent au sein de monographies, comme par exemple dans le cas des jambières du dépôt de Blanot (Côte-d'Or)<sup>2</sup> ou de la vaisselle en tôle de bronze du dépôt d'Évans (Jura)<sup>3</sup>. Les rares articles ayant pour objet les réparations se résument bien souvent à la présentation de quelques exemples sans remise en contexte

---

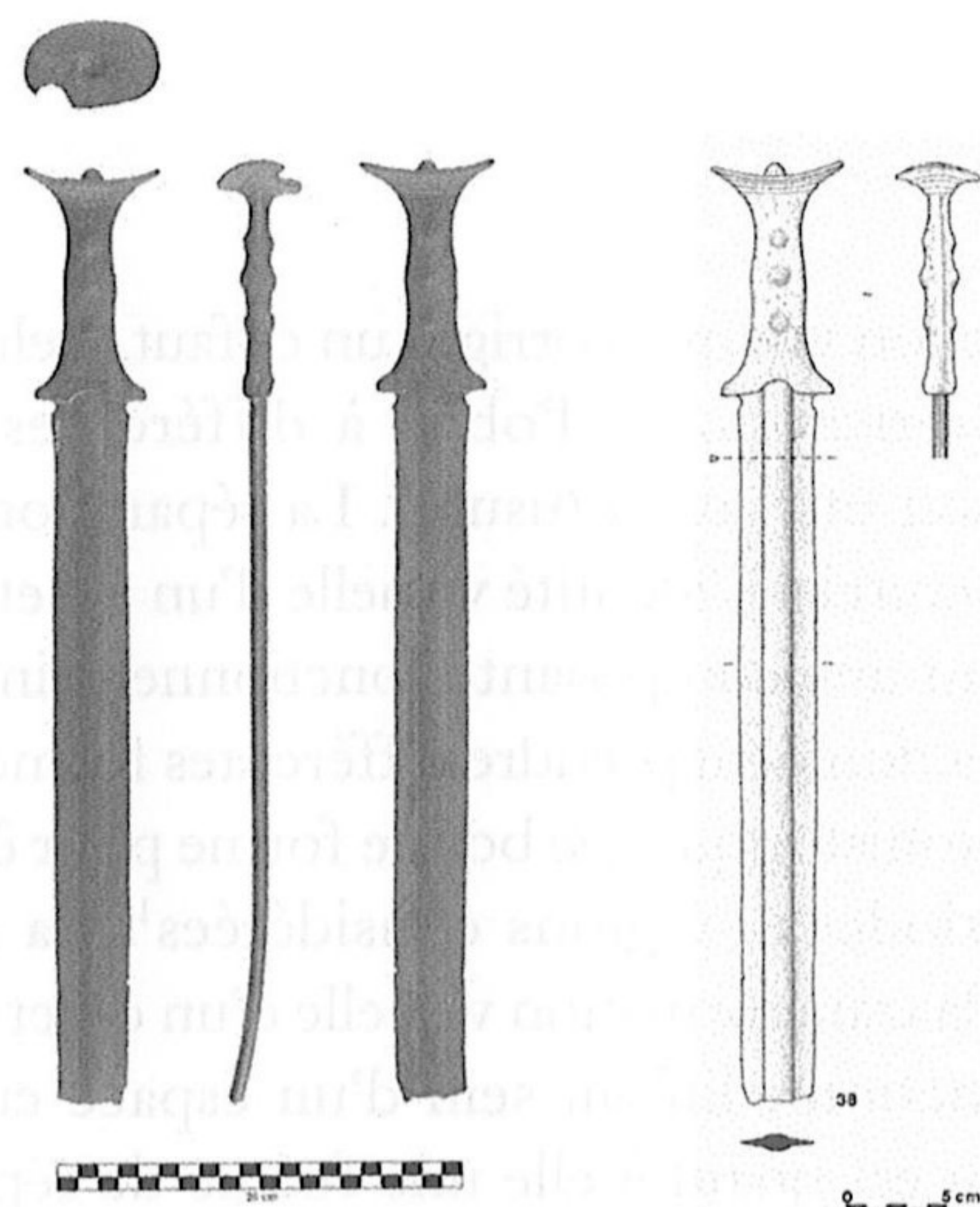
1 David FONTIJN, *Economies of destruction: how the systematic destruction of valuable created value in Bronze Age Europe, c. 2300-500 BC*, Oxon, New York, Routledge, 2019, p. 27.

2 Jean-Paul THEVENOT, *L'Âge du Bronze en Bourgogne: le dépôt de Blanot (Côte-d'Or)*, *Revue Archéologique de l'Est*, 1992 (Supplément 11), p. 25-39.

3 Jean-François PININGRE, Michel PERNOT, Véronique GANARD, *Le dépôt d'Évans (Jura) et les dépôts de vaisselles de bronze en France au Bronze final*, Dijon, Société Archéologique de l'Est, 2015 (Supplément à la *Revue Archéologique de l'Est* 37), p. 74-76.



économique, culturel ou social de cette action<sup>4</sup>. Dans le pire des cas, il arrive que les traces de réparation soient passées sous silence et que les objets ne soient représentés que sous leur « meilleur » angle, évitant ainsi de montrer les défauts visibles en surface. C'est notamment le cas de l'épée d'Ouroux-sur-Saône (Saône-et-Loire) (**Fig. 1**), dont seule une des deux faces est publiée<sup>5</sup>, omettant ainsi tout un pan de l'histoire de l'objet. Il semble que les parties réparées jouissent parfois d'une mauvaise réputation : elles seraient des éléments qu'il faudrait cacher afin de ne présenter que les objets sous leur angle le plus parfait.



**Fig. 1 :** Épée en bronze d'Ouroux-sur-Saône (France, Saône-et-Loire). La face de la poignée présentant une réparation (à gauche) n'est pas représentée sur le dessin publié (à droite)

Chalon-sur-Saône, Musée Denon, 90.2.55. IX<sup>e</sup> siècle av. J.-C.

Photographie : L. Dumont. Dessin : L. Bonnamour.

Nous nous proposons ici, à travers quelques exemples choisis, de réaliser un bref aperçu des techniques à disposition des artisans afin d'effectuer ces réparations. Nous nous pencherons ensuite sur les raisons sous-jacentes à cette pratique, qui peuvent être économiques, culturelles, voire empreintes d'une dimension symbolique. Nous ne traiterons ici que des réparations archéologiques, c'est-à-dire réalisées à l'âge du Bronze, et non des restaurations ou réparations intervenues après la découverte.

4 Lucy SKINNER, «Bronze Age metalwork from central Norway: some examples of ancient and modern repair», in Janet AMBERS (dir.), *Holding it all together: ancient and modern approaches*, Londres, Archetype, British Museum, 2009, p. 31-34.

5 Louis BONNAMOUR (dir.), *Du silex à la poudre... 400 ans d'armement en val de Saône*, Montagnac, Monique Mergoil, 1990, p. 39.

## LES TECHNIQUES

### La sur-coulée

La sur-coulée, ou coulée secondaire («Überfangguß<sup>6</sup>»), est une technique polyvalente qui consiste à effectuer une coulée sur un objet métallique préexistant à l'aide d'un moule, le plus souvent à la cire perdue. Elle peut être utilisée pour la réalisation de certaines parties d'objets telles que les têtes épinglées<sup>7</sup>, les manches de poignards<sup>8</sup>, les poignées d'épées<sup>9</sup> ou encore les pointes de certaines plaques de ceintures circulaires scandinaves<sup>10</sup>.

Son utilisation relève également du domaine de la réparation, l'ajout de bronze pouvant servir à corriger des défauts de coulée, par exemple en achevant des parties incomplètes. Dans le cas des épées à poignée métallique, il arrive que le bronze ne se répartisse pas correctement dans le moule en raison d'une mauvaise évacuation des gaz produits lors de la coulée. Certaines parties peuvent ainsi ne pas être parfaitement formées. C'est par exemple le cas d'une extrémité de la garde d'une épée de Corcelettes (Suisse), qui a dû être reconstruite par une coulée secondaire<sup>11</sup>. Toujours dans le cas des épées, il arrive fréquemment que la languette, partie de la lame servant de support à la poignée, se brise à la transition entre la garde et la fusée, au point où cette partie se rétrécit et s'affine, la rendant ainsi plus fragile. Dans ce cas, il n'est pas rare que plutôt que refondre l'intégralité de l'objet pour en refaire un nouveau, les artisans choisissent de reformer la partie brisée en effectuant une coulée secondaire (**Fig. 2**). Il arrive même que cette étape de la sur-coulée présente des défauts, pouvant conduire à une coulée tertiaire afin d'obtenir une languette complète et fonctionnelle<sup>12</sup>.

6 Hans DRESCHER, *Der Überfangguss. Ein Beitrag zur vorgeschichtlichen Metalltechnik*, Mayence, Römisch-Germanisches Zentralmuseums Mainz, 1958.

7 Valentin RYCHNER, *Auvernier 1968-1975 : le mobilier métallique du Bronze final, formes et techniques*, Lausanne, Bibliothèque historique vaudoise, 1987 (*Cahiers d'archéologie romande* 37 ; *Auvernier* 6), p. 41.

8 Stefan SCHWENZER, *Frühbronzezeitliche Vollgriffdolche. Typologische, chronologische und technische Studien auf der Grundlage einer Materialaufnahme von Hans-Jürgen Hundt*, Mayence, Römisch-Germanisches Zentralmuseums Mainz, 2004 (*Kataloge vor- und frühgeschichtlicher Altertümer* 36), p. 160.

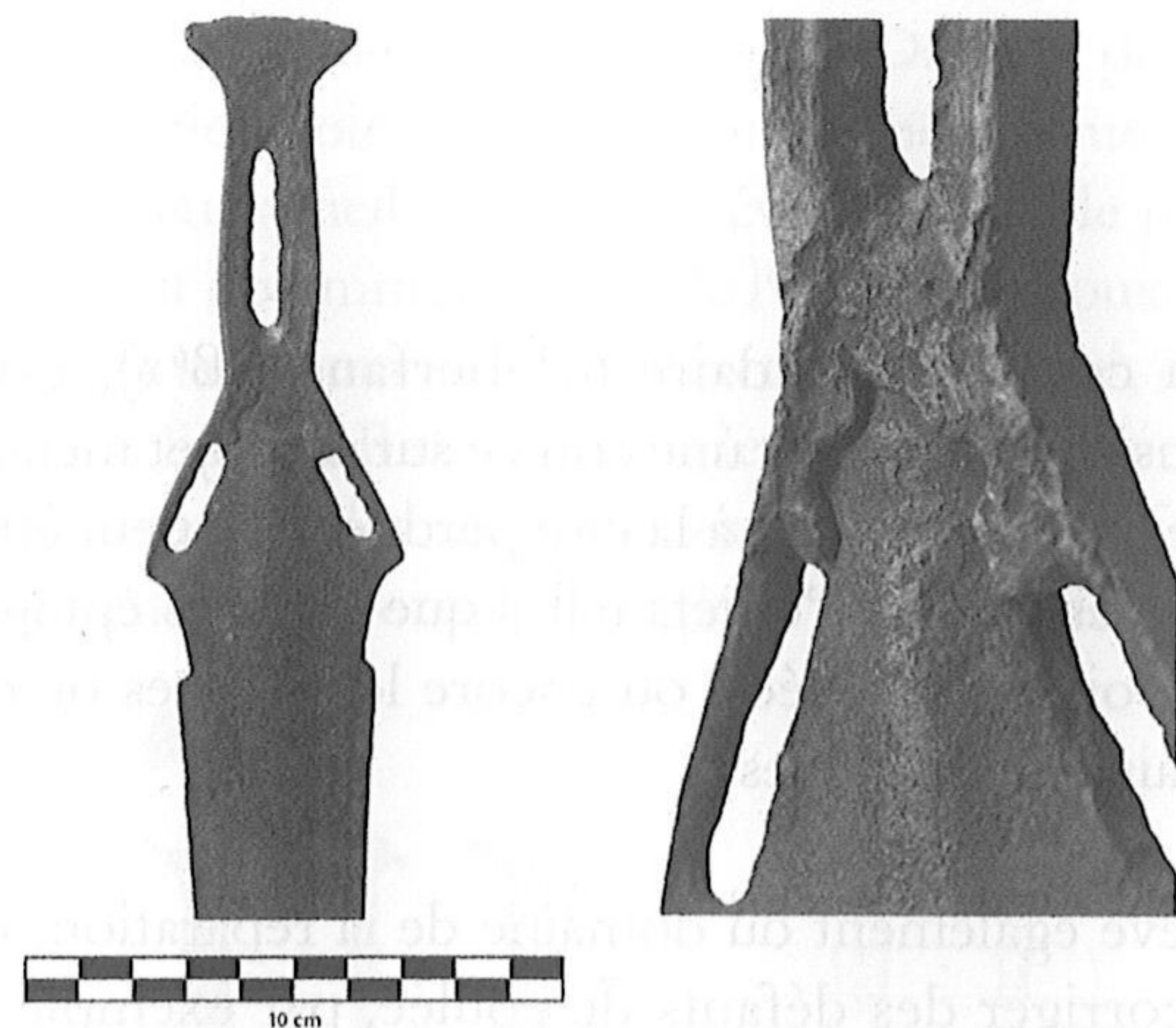
9 Léonard DUMONT, «Une production locale d'épées à poignée métallique dans l'Est de la France à la fin de l'âge du Bronze ?», *Bulletin de l'APRAB*, 17, 2019, p. 101-104.

10 Heide Wrobel NØRGAARD, *Bronze Age Metalwork. Techniques and traditions in the Nordic Bronze Age 1500-1100 BC*, Oxford, Archaeopress, p. 113-126.

11 H. DRESCHER, *Der Überfangguss, op. cit.*, pl. 12.

12 Léonard DUMONT, Tim DE KOCK, Sylvia LYCKE, Pieter TACK, Peter VANDENABEELE, «The true and the fake: archaeometric investigations on two Bronze Age solid-hilted swords from East Flanders (Belgium)», *Lunula. Archaeologia protohistorica*, 28, p. 79-87.





**Fig. 2:** Épée de Battel (Malines, Belgique) dont la languette défectueuse ou brisée a été reformée par une coulée secondaire  
Anvers, Vleeshuis, 1956.035.2232. XII<sup>e</sup>-X<sup>e</sup> siècle av. J.-C.  
Photographie: L. Dumont.

Cette technique de la sur-coulée peut également faire office de soudure, technique inconnue durant l'âge du Bronze en Europe (voir ci-dessous), afin de joindre deux parties brisées. De nombreuses fibules scandinaves sont ainsi réparées. À la fin de l'âge du Bronze, au IX<sup>e</sup> siècle av. J.-C., des fibules nordiques ont été fabriquées en une seule pièce: elles consistent en un arc central assez fin supportant deux larges disques latéraux. Dans de nombreux cas, le poids de ces éléments a conduit à une rupture de l'objet entre l'arc et les disques, qui a pu être réparée en coulant un joint en bronze autour de la zone de rupture<sup>13</sup>. La fibule de Sparbu (Norvège) est un autre exemple de réparation avec cette même technique: le fil de bronze tordu pour former l'arc de la fibule s'est rompu, probablement lors de sa mise en forme, et a été réparé par l'ajout de métal par sur-coulée<sup>14</sup>.

Une alternative à la réparation par coulée secondaire est, notamment dans le cas d'objets brisés, d'utiliser un système de rivets et/ou d'agrafes traversant les éléments à assembler afin d'assurer leur fixation.

13 Ernst SPROCKHOFF, *Jungbronzezeitliche Hortfunde der Südzone der nordischen Kreises (Periode V)*, Mayence, Römisch-Germanisches Zentralmuseums Mainz, 1956 (Katalog 16), pl. 49; H. DRESCHER, *Der Überfangguss*, *op. cit.*, pl. 16.

14 L. SKINNER, «Bronze Age metalwork from central Norway: some examples of ancient and modern repair», *op. cit.*, p. 32-34.

### Rivets et agrafes

Les objets altérés, qu'il s'agisse de problèmes intervenus durant leur fabrication ou d'usure liée à leur utilisation, peuvent aussi être réparés par l'ajout de rivets ou d'agrafes. Dans le cas des objets en fonte, ceux-ci sont utilisés afin d'assurer la fixation des parties brisées d'un même objet ou de renforcer une fixation fragilisée. Dans le monde scandinave, la fixation de l'épine centrale d'un des disques de ceinture de Frankerup (Danemark), normalement réalisée par sur-coulée, a ainsi été renforcée par l'ajout de plusieurs agrafes<sup>15</sup>.

Les objets réalisés en tôle de bronze présentent souvent ce type de réparation. Le travail de la tôle consiste à marteler le métal de manière à l'affiner en alternant des phases de martelage et de recuit afin de déformer le bronze sans atteindre son point de rupture. Néanmoins, les fissures sont courantes. La vaisselle en tôle métallique présente ainsi régulièrement des fentes dans le métal réparées à l'aide d'agrafes, comme dans le dépôt d'Évans (Jura)<sup>16</sup>. C'est également le cas de l'armement défensif, réalisé selon la même technique et présentant le même type de défauts de réparations<sup>17</sup>. Pour les dommages plus importants, les objets en tôle peuvent également être réparés par la pose de rustines métalliques.

### Rustines

Ces rustines sont des éléments métalliques appliqués sur la surface d'un objet, afin de combler un vide important ne pouvant être refermé à l'aide de rivets ou d'agrafes. Cela concerne essentiellement des objets en tôle, qui peuvent subir des dommages lors de leur fabrication ou de leur utilisation, en raison de chocs contre leur fine paroi, à l'image des chaudrons et situles atlantiques<sup>18</sup>. Les rustines sont alors appliquées sur les parois endommagées et fixées à l'aide de rivets.

Quelques rares cas d'objets moulés réparés à l'aide de patches métalliques existent. C'est par exemple le cas d'une des deux épées du dépôt de Kuhbier (Brandenbourg, Allemagne). La lame de cette épée présente en effet un certain nombre de cavités en surface dues à des gaz piégés dans le moule au moment de

15 H. W. NØRGAARD, *Bronze Age Metalwork*, *op. cit.*, p. 258.

16 J.-F. PININGRE, M. PERNOT, V. GANARD, *Le Dépôt d'Évans (Jura) et les dépôts de vaisselles de bronze en France au Bronze final*, *op. cit.*, p. 77.

17 Marianne MÖDLINGER, *Protecting the Body in War and Combat. Metal Body Armour in Bronze Age Europe*, Vienne, Austrian Academy of Science (Oriental and European Archaeology 6), p. 262-264.

18 Sabine GERLOFF, *Atlantic Cauldrons and Buckets of the Late Bronze and Early Iron Ages in Western Europe*, Stuttgart, Franz Steiner, 2010 (Prähistorische Bronzefunde II, 18), p. 41-43.



la coulée. Des petites rustines métalliques circulaires ont été martelées dans les orifices afin de camoufler ces défauts de surface<sup>19</sup>.

Une variante de la technique de la rustine utilisée pour assembler des éléments consiste à «emballer» leurs extrémités respectives à l'aide d'une gaine métallique. L'assemblage se fait alors par contact mécanique et peut-être associé à une forme de sertissage. Certaines jambières du dépôt de Blanot (Côte-d'Or), datées entre le XI<sup>e</sup> et la première moitié du X<sup>e</sup> siècle av. J.-C., utilisent par exemple cette technique à la jonction entre le jambart et les deux disques spiralés terminaux<sup>20</sup>.

Finalement, une dernière méthode employée par les artisans métallurgistes à l'âge du Bronze pour effectuer des réparations pourrait être la brasure, variante de la soudure, dont l'existence en Europe à cette époque fait toutefois débat.

### Brasure

La technique de la brasure consiste à assembler des éléments métalliques à l'aide d'un métal d'apport à l'état liquide, dont le point de fusion est inférieur à celui des pièces à réunir. Contrairement à la soudure, la jointure ne se fait pas par la fusion des bords des parties à joindre mais uniquement grâce au métal d'apport. Celui-ci doit avoir un point de fusion assez bas et contient généralement du plomb et/ou de l'étain<sup>21</sup>.

L'existence de cette technique pour l'âge du Bronze européen fait débat. Si elle est attestée dans le domaine de l'orfèvrerie dès le Bronze moyen<sup>22</sup> et est souvent utilisée dans la péninsule italique à partir du Bronze final<sup>23</sup>, la plupart des traces de brasage observées sur des objets de l'âge du Bronze d'Europe tempérée consistent en des réparations et remontages réalisés après leur découverte. C'est par exemple le cas d'une épée en langue de carpe remontée

19 Hermann BORN, Svend HANSEN, «Antike Herstellungstechniken: Ungewöhnliche Klingensreparaturen an einem spätbronzezeitlichen Vollgriffschwert», *Acta Praehistorica et Archaeologica*, 22, 1991, p. 151.

20 J.-P. THEVENOT, *L'Âge du Bronze en Bourgogne: le dépôt de Blanot (Côte-d'Or)*, op. cit., p. 35-39.

21 Bénédicte QUILLIEC, *L'Épée atlantique: échanges et prestige au Bronze final*, Paris, Société préhistorique française, 2007 (Mémoire 42), p. 64.

22 Jean-Pierre MOHEN, *Métallurgie préhistorique. Introduction à la paléoméallurgie*, Paris, Masson, 1990 (Collection Préhistoire), p. 158-159.

23 Barbara ARMBRUSTER, *Goldschmiedekunst und Bronzetechnik. Studien zum Metallhandwerk der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel*, Montagnac, Monique Mergoïl, 2000 (Monographies Instrumentum 15), p. 124-125.

du cours de la Loire au niveau d'Amboise (Indre-et-Loire)<sup>24</sup> ou d'une tasse en or du Bronze final scandinave de Kohave (Danemark)<sup>25</sup>. Alors que la technique de la brasure est inconnue pour l'âge du Bronze dans le nord de l'Europe<sup>26</sup>, son utilisation en Europe continentale est plus problématique. Dans le domaine de la métallurgie des alliages cuivreux, il a d'abord été suggéré que cette technique y soit totalement inconnue, tout comme la soudure<sup>27</sup>. Plusieurs exemples viennent toutefois contredire cette affirmation. Dans le dépôt d'Onzain (Loir-et-Cher), daté du X<sup>e</sup> ou du IX<sup>e</sup> siècle av. J.-C., un élément vasiforme est ainsi fixé à un grand anneau en bronze par brasure<sup>28</sup>. Daté du XI<sup>e</sup> ou X<sup>e</sup> siècle avant notre ère, le dépôt de Savines (Hautes-Alpes) a quant à lui livré un petit anneau en bronze fermé par une brasure, avec ajout d'un métal grisâtre de composition indéterminée<sup>29</sup>. L'authenticité des brasures observées sur les objets archéologiques n'est toutefois pas toujours aisée à attester. Si certains cas sont, comme nous l'avons vu précédemment, des réparations survenues après la découverte, d'autres sont plus problématiques, telle l'épée de Montbellet (Saône-et-Loire). Cette arme, datée du XII<sup>e</sup> ou XI<sup>e</sup> siècle av. J.-C., présente une poignée composée de coques métalliques serties autour de la languette de la lame. Dans l'interstice demeurant entre le manche ajouré et les rebords de la languette sont visibles à certains endroits les traces d'un brasage ayant consisté en l'ajout d'un métal blanc permettant de fixer les deux éléments entre eux (Pl. 25). Il n'est malheureusement pas possible à l'heure actuelle de trancher entre une brasure réalisée à l'âge du Bronze ou une réparation moderne, survenue après la découverte de l'épée, destinée à renforcer la fixation de la poignée à la lame.

Ces différentes techniques peuvent avoir été mises en œuvre à différentes étapes de la fabrication ou de l'utilisation de l'objet, notamment afin de répondre à un impératif d'ordre économique: une refonte totale de l'objet défectueux a

24 Gilbert BASTIEN, «Quelques objets inédits de l'Âge du Bronze provenant de la Loire à la Ville-aux-Dames et à Amboise», *Bulletin de la Société préhistorique française*, 1966, 63.8, p. 265.

25 Barbara ARMBRUSTER, «Goldgefäße der Nordischen Bronzezeit – eine Studie zur Metalltechnik», *Praehistorische Zeitschrift*, 2012, 87.2, p. 416-417.

26 *Ibid.*, p. 414.

27 Michel PERNOT, «L'organisation de l'atelier du bronzier», in Claude MORDANT, Michel PERNOT et Valentin RYCHNER (dir.), *L'Atelier du bronzier en Europe du XX<sup>e</sup> au VIII<sup>e</sup> siècle avant notre ère. II. Du minerai au métal, du métal à l'objet*, Paris, CTHS, 1996, p. 111.

28 Pierre-Yves MILCENT, Damien LEROY, «Le dépôt à éléments de char du Bronze final d'Onzain (Loir-et-Cher, Centre, France): présentation préliminaire», *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz*, 50, 2003, p. 210-211.

29 Sylviane CAMPOLO, «Découverte récente d'un dépôt de bronzes de l'âge du Bronze final à Savines (Hautes-Alpes)», in Aude COUDENNEAU et Thibault LACHENAL (dir.), *Espaces, techniques et sociétés de la Préhistoire au Moyen-Âge: travaux en cours*, Actes de la première table-ronde des jeunes chercheurs en archéologie de la MMSH, 18 mai 2006, <http://trjca.mmssh.univ-aix.fr/acampolo.htm>.



en effet pu être considérée comme trop coûteuse par rapport à une réparation vis-à-vis du temps consacré à la fabrication, aux matières premières à utiliser ou aux compétences nécessaires à la réalisation de certaines étapes de la chaîne opératoire.

## UN GESTE ÉCONOMIQUE

### Les défauts de fabrication

Des défauts peuvent survenir à plusieurs étapes de la chaîne opératoire et nécessiter l'intervention de l'artisan afin de garantir la fonctionnalité et/ou l'intégrité visuelle de l'objet fabriqué. Comme nous l'avons évoqué précédemment, il n'est pas rare que la languette des épées de l'âge du Bronze présente des réparations, soit qu'elle soit brisée, soit qu'elle ait été mal formée au moment de la fonte. Dans les cas documentés, la languette a été reformée par sur-coulée (Fig. 2). L'artisan a ainsi jugé que cette opération ne compromettrait pas la solidité de l'emmanchement, conduisant à effectuer une réparation plutôt qu'une refonte totale.

Dans certains cas, le travail a pu être jugé trop avancé pour envisager un recyclage de l'objet défectueux. Dans le cas de l'épée de Corcelettes (Suisse), également évoquée précédemment, la poignée a été réalisée par coulée secondaire sur le sommet de la lame. La garde étant mal formée, deux options s'offraient à l'artisan : refondre l'ensemble ou pratiquer une réparation. C'est ici la seconde option qui a été choisie, avec la réalisation d'une sur-coulée pour reformer la partie manquante de la garde. Il est probable que l'artisan ait jugé un recyclage total de l'épée trop onéreux par rapport à ce défaut d'ordre visuel, qui ne compromettrait pas la structure même ni la solidité de l'arme. Une refonte aurait en effet signifié un coût considérable en matières premières (cire, argile etc.), en combustible mais aussi en temps.

La même problématique a probablement présidé à certaines réparations liées à la vie des objets et à leur usure, notamment dans le cas des vaisselles en tôle métallique.

### Les réparations d'usure

Les réparations peuvent en effet également subvenir durant la vie de l'objet. La vaisselle métallique est ainsi par exemple particulièrement soumise à l'usure. La fine tôle de bronze qui compose ces objets est en effet très fragile et peut aisément être percée dans le cadre de l'utilisation de ces récipients. Le travail de la tôle étant extrêmement long et nécessitant un grand savoir-faire, il devait s'agir d'objets de grande valeur. Il est ainsi normal de trouver de nombreuses traces de

réparation sur les vaisselles métalliques protohistoriques<sup>30</sup>, celles-ci ayant permis l'allongement de la durée de vie de ces récipients.

D'autres types d'objet, en raison de leur valeur et des compétences requises pour leur production, ont également été réparés une fois usés. Un moule en pierre découvert à Želiezovce (Slovaquie) permettant la production de hache en bronze a ainsi été réparé à l'aide de tiges métalliques afin de prolonger son utilisation malgré le délitement de la roche dû à l'exposition à de fortes températures<sup>31</sup>. La production de ce type d'objet devant nécessiter des compétences particulières que tous les artisans de l'époque ne possédaient peut-être pas, son utilisation a été prolongée le plus longtemps possible.

Dans le cas des objets produits par fonte, il peut être délicat de faire la différence entre les réparations d'usure et celles liées à des défauts de fabrication. En revanche, il existe un certain nombre de cas où ces objets, une fois usés, ont été réutilisés, c'est-à-dire convertis en un autre type d'objet afin de répondre à une fonction qui n'est pas celle pour laquelle ils avaient été initialement fabriqués.

### La réutilisation d'objets en bronze

En parallèle des objets réparés, d'autres, une fois usés, ne sont pas refondus mais ainsi convertis en d'autres objets, à l'image d'un bracelet de la station lacustre de Mörigen (Suisse) dont un fragment a été réutilisé et transformé en rasoir en en affûtant un côté<sup>32</sup>. Un cas similaire provient du dépôt de Vénat (Charente), daté de la fin de l'âge du Bronze et qui a livré un poignard brisé dont la cassure a été affûtée de manière à créer un tranchet de fortune<sup>33</sup>.

Ces quelques cas se situent à la limite de ce que l'on peut désigner comme une réparation : l'action opérée ne permet pas à ces objets de retrouver leur fonction originelle mais consiste plus en une conversion, c'est-à-dire en la création d'un nouvel objet avec une nouvelle fonction à partir d'objets ayant perdu la leur. Les raisons de cette pratique peuvent relever de la sphère économique : la refonte a pu

30 S. GERLOFF, *Atlantic Cauldrons and Buckets of the Late Bronze and Early Iron Ages in Western Europe*, *op. cit.*

31 Albrecht JOCKENHÖVEL, «Alteuropäische Gräber der Kupferzeit, Bronzezeit und älteren Eisenzeit mit Beigaben aus dem Giessereiwesen (Giessformen, Düsen, Tiegel)», in Michael OVERBECK (dir.), *Die Giessformen in West- und Süddeutschland*, Stuttgart, Franz Streiner, 2018 (Prähistorische Bronzefunde XIX, 3), p. 282-284.

32 Benjamin JENNINGS, "Repair, Recycle or Re-use? Creating Mnemonic Devices Through the Modification of Object Biographies During the Late Bronze Age in Switzerland", *Cambridge Archaeological Journal*, 24.1, 2014, p. 168.

33 André COFFYN, José GOMEZ, Jean-Pierre MOHEN, *L'Apogée du Bronze atlantique : le dépôt de Vénat*, Paris, Picard, 1981 (L'âge du bronze en France 1), pl. 23.



être jugée trop onéreuse par rapport à l'objet de départ. Ces conversions peuvent aussi relever d'une pratique opportuniste de la part d'utilisateurs ne possédant pas les compétences nécessaires à la fonte et au moulage d'objets en bronze.

La réparation ne doit cependant pas seulement être vue comme un geste répondant à des contraintes économiques. Comme nous avons déjà commencé à l'évoquer en introduction, la forme d'un objet ne dépend pas que de la fonction pour laquelle il a été conçu : celle-ci revêt en outre une dimension culturelle, variant selon les régions et les périodes considérées. Certaines réparations se répercutant sur la forme des objets, elles peuvent ainsi relever de la sphère culturelle.

### Un geste culturel : réparations, formes et identités visuelles

#### *L'importance de la forme*

La forme de l'objet et sa fabrication constituent en effet des composantes culturelles fortes et ne nous apparaissent pas toujours comme rationnelles, c'est-à-dire, dans les sociétés contemporaines et occidentales, comme permettant un gain maximum pour un minimum de perte et d'effort<sup>34</sup>.

Reprenons l'exemple des fibules scandinaves à cymbales évoquées précédemment. Ces objets, qui répondent à une fonction simple, à savoir fermer les bords d'un vêtement, présentent à la fin de l'âge du Bronze d'imposants disques latéraux qui ne participent en rien à leur utilisation première. Cette forme apparaît toutefois fondamentalement liée à cet objet dans la mesure où la plupart des fibules fabriquées entre le XI<sup>e</sup> et le IX<sup>e</sup> siècle av. J.-C. et découvertes dans le nord de l'Europe ont été réalisées suivant ce modèle<sup>35</sup> et ce malgré le problème de fragilité structurelle que nous avons mis en lumière auparavant. En effet, les cymbales de ces fibules exercent une forte pression sur les extrémités de l'arc central, conduisant régulièrement à une rupture du métal à cet endroit. Plus de 30% des fibules de ce type découvertes en Pologne sont brisées à ce niveau ou présentent une réparation par-sur-coulée<sup>36</sup>. Il semble alors que l'importance accordée par les populations utilisant ces objets à leur forme prévale sur les contraintes liées aux matériaux et à cette morphologie : il a ainsi été préféré la réparation à un changement de conception qui aurait permis une meilleure solidité de la jonction entre l'arc et les cymbales de ces fibules. Les habitudes et les traditions perpétuées à travers les générations, à la fois d'un point de vue visuel chez les utilisateurs et

34 Joanna BRÜCK, «Ritual and rationality: some problems in European archaeology», *European Journal of Archaeology*, 2,3, 1999, p. 331 ; D; FONTIJN, *Economics of destruction*, op. cit., p. 6.

35 Marek GEDL, *Die Fibeln in Polen*, Stuttgart, Franz Steiner, 2004 (Prähistorische Bronzefunde XIV, 10), p. 42-60.

36 *Ibid.*, pl. 1-118.

technique chez les artisans, l'emporte ainsi sur notre logique actuelle visant au rendement maximum pour un minimum d'efforts.

Notons toutefois que dans nos sociétés perdurent également un certain nombre d'habitudes héritées du passé et allant à l'encontre de ce que nous définissons comme rationnel. Ainsi, les dispositions AZERTY ou QWERTY équipant la majorité de nos claviers d'ordinateurs sont un vestige d'une contrainte technique des machines à écrire apparues au XIX<sup>e</sup> siècle, avec lesquelles il fallait éviter que les tiges permettant l'impression se croisent, conduisant à l'espacement sur le clavier des caractères fréquemment utilisés conjointement. Alors même qu'il est acquis que cette disposition n'est pas parfaitement adaptée aux langues latines et que les contraintes techniques liées à son adoption ont disparu avec le développement de l'informatique, les alternatives conçues depuis les années 1970 peinent à s'imposer<sup>37</sup>. Bien qu'aujourd'hui dépassé, ce système utilisé depuis plus d'un siècle perdure et les utilisateurs comme les fabricants se montrent réticents à adopter de nouvelles dispositions plus adaptées. L'attachement à la bonne forme d'un objet, au détriment de la rationalité occidentale contemporaine semble ainsi ancré dans les sociétés humaines, indépendamment des périodes considérées. Ces normes visuelles ne sont toutefois pas constantes, ni dans le temps, ni dans l'espace.

### Changements morphologiques et changements culturels

Comme nous l'avons vu, la forme d'un objet n'est pas seulement liée à sa fonction : elle est aussi héritée d'habitudes transmises à travers plusieurs générations. La morphologie d'un objet dépend ainsi de la culture des utilisateurs pour lesquels il est fabriqué. À l'âge du Bronze se forment ainsi plusieurs ensembles culturels que les archéologues identifient entre autres par les formes de certains objets. Par le biais d'échanges, des objets répondant aux critères morphologiques propres aux utilisateurs d'une certaine culture circonscrite dans l'espace peuvent ainsi tomber entre les mains de personnes qui ne partagent pas les mêmes standards. Dans certains cas, ces objets peuvent avoir subi une forme de réparation qui ne vise pas à corriger un défaut structurel ou d'usure mais à adapter leur morphologie aux critères morphologiques locaux faisant d'un objet un objet fonctionnel. Au IX<sup>e</sup> siècle av. J.-C., certaines épées en bronze illustrent ce phénomène. À cette époque, il existe une nette différence entre les épées d'Europe centrale, munie d'une garde à ailerons, et celles d'Europe du nord, équipées d'une garde campaniforme aux épaulements arrondis. Certaines épées à garde à ailerons découvertes dans le nord-est européen ont ainsi été modifiées afin d'être adaptées aux standards d'utilisateurs pour lesquelles ce type d'arme se devait d'avoir une garde aux

37 Claude MARSAN, «La fin de l'AZERTY!», in J. ANIS, J.-L. LEBRAVE (dir.), *Texte et ordinateur. Les Mutations du Lire-Écrire*, Nanterre, Centre de recherches linguistiques, 1991 (Linx, Hors-série 4), p. 297-302.



contours arrondis. Dans le cas de l'épée d'Ostrowiec Slawieski (Pologne), une coulée secondaire a ainsi été réalisée au niveau de la garde afin d'en adapter la forme<sup>38</sup>. L'épée du type Mörigen du dépôt de Berlin-Buch (Allemagne) a également été modifiée selon une autre méthode: la garde de départ a ici été totalement supprimée et une nouvelle garde à ailerons comparables aux épées scandinaves contemporaines a été réalisée par sur-coulée à l'emplacement de l'ancienne<sup>39</sup>.

Nous voyons ainsi que certaines réparations peuvent être qualifiées de culturelles dans la mesure où elles concernent des éléments dépendant de l'appartenance et des préférences culturelles des utilisateurs des objets concernés.

Pour finir, nous pouvons également nous interroger sur l'utilité de réparations pratiquées sur certains objets, qui ne permettent parfois pas de corriger entièrement les défauts ni de rendre complètement sa fonctionnalité à l'objet concerné.

### Une fonctionnalité de façade ?

En effet, dans certains cas, la fonctionnalité de l'objet que la réparation vise à restaurer n'est pas toujours celle que l'on pense. Le dépôt de Kuhbier (Allemagne, Brandenburg) présente par exemple un cas unique de réparations sur une lame d'épée, déjà évoqué précédemment. Sur les deux épées à poignée métallique que compte le dépôt, une présente une lame résultant d'une coulée défectueuse, ou en tout cas mal maîtrisée, avec une importante porosité à la fois interne et externe, qui a conduit à l'apposition de rustines métalliques martelées afin de camoufler ces défauts. Cette réparation, si elle permet à la lame d'avoir l'air fonctionnelle, ne corrige toutefois pas les défauts internes ni la fragilité que ceux-ci ont pu induire dans la structure de l'arme. Cela n'a cependant pas empêché de pratiquer cette réparation esthétique ni d'équiper la lame d'une poignée en bronze, achevant ainsi la construction de l'épée sur la base d'une lame qui semble défectueuse. Il n'est dès lors pas impossible d'avancer que cet objet, en plus d'avoir pu être une arme, ait également revêtu des fonctions de représentation et d'apparat. Il n'est alors pas nécessaire que l'épée soit fonctionnelle en tant qu'arme mais qu'elle ait l'air de l'être pour remplir cette fonction. Ce rôle symbolique et social de l'épée non pas forcément en tant qu'arme mais en tant que symbole de pouvoir

38 Ernst SPROCKHOFF, *Die germanischen Vollgriffschwerter der jüngeren Bronzezeit*, Berlin, Walter de Gruyter, 1934 (Römisch-Germanische Forschungen 9), pl. 16, 9.

39 Heinz SEYER, Uwe MICHAS, «Der Waffenhortfund von Berlin-Buch», *Acta Praehistorica et Archaeologica*, 26/27, 1994/95, p. 116-121; Harry WÜSTEMANN, «Die radiographische Auswertung der Schwertfunde aus dem Hort von Berlin-Buch», *Acta Praehistorica et Archaeologica*, 26/27, 1994/95, p. 122-128.

peut être mis en relation avec l'importance idéologique et sociale occupée par le domaine martial à cette période<sup>40</sup>.

Notons qu'à la fin de l'âge du Bronze, il n'est pas rare de trouver des épées qui semblent fonctionnelles vues de l'extérieur mais qui peuvent présenter un certain nombre de «bricolages» internes<sup>41</sup>, dont la compatibilité avec une utilisation guerrière n'est pas toujours assurée. La découverte de ces armes en contexte de dépôt terrestre ou fluvial indique que des réparations ont pu avoir eu lieu dans le cadre de pratiques relevant de la sphère symbolique voire rituelle.

### CONCLUSION

Les artisans de l'âge du Bronze possédaient ainsi un vaste éventail de techniques et de raisons pour réparer des objets en alliage cuivreux plutôt que de les refondre et recycler. D'une pratique opportuniste et économique à un acte symbolique en passant par un geste culturel, la réparation ne saurait être réduite à la résolution de défauts uniquement liés à la fabrication ou à l'usure. Nous n'avons ici abordé ce sujet qu'à travers une série d'exemples assez limitée tant ce thème est vaste et jusqu'ici peu étudié. Il conviendrait de réaliser une étude à plus large échelle, en recensant de manière systématique les cas de réparation. En réunissant un corpus d'objets réparés datant de différentes phases de l'âge du Bronze, provenant de différents contextes et de différentes régions, il serait possible d'aborder le sujet des réparations de manière plus organisée, d'obtenir des résultats plus représentatifs et, par la mise en place d'une typologie, d'étudier les variations chronologiques et culturelles de cette pratique.

### REMERCIEMENTS

Je tiens tout particulièrement à remercier Brendan O'Connor et Stefan Wirth pour l'aide, la documentation et les exemples d'objets réparés qu'ils m'ont fournis. Cet article n'aurait pas pu voir le jour sans le soutien de Guy De Mulder et de l'université de Gand.

40 David FONTIJN, «Giving up weapons», in Mike PARKER PEARSON, Nick THORPE (dir.), *Warfare, Violence and Slavery in Prehistory*, Oxford, Archaeopress, 2005 (BAR International Series 1374), p. 145-154.

41 Harry WÜSTEMANN, «Jungbronzezeitliche „Vollgriffschwerter“ mit Bleifüllung», *Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege*, 35, 1992, p. 39-49.