

Les cuirasses de Marmesse (Haute-Marne), un artisanat d'exception

ANNE LEHOËRFF*

* Maître de conférences à l'université de Lille 3, membre de l'Institut universitaire de France, responsable du laboratoire d'étude des alliages cuivreux anciens de l'UMR 8142.

Résumé : Les cuirasses de Marmesse font aujourd'hui pleinement partie du paysage de la Protohistoire européenne. Leur découverte autant que leurs restaurations successives s'égrènent sur plus de vingt ans. Étudiées stylistiquement et chronologiquement, elles n'ont pas fait l'objet d'une étude technique approfondie. Malgré les difficultés liées aux traitements des restaurations, une recherche sur les procédés de fabrication a été entreprise sur ces cuirasses. Outre les observations visuelles, des prélèvements ont été réalisés pour des examens métallographiques et des analyses de composition. Il s'avère que ces pièces exceptionnelles ont été fabriquées dans des matériaux de qualité moyenne dans le cadre d'un artisanat caractérisé par un choix judicieux d'alliages selon les parties et une mise en forme comprenant un martelage important, conduit tout en douceur afin de compenser les imperfections initiales du matériau, pour un travail total estimé à un minimum de 150 heures par cuirasse.

Mots-clés : Marmesse – Cuirasse – Artisanat métallurgique – Technique – Martelage – Âge du bronze.

Summary: *Today the body armour of Marmesse are fully part of the landscape of the European Protohistory. Their discovery that their successive archaeological restorations dotted over twenty years. They have been studied in chronological and stylistical way, not in technical one in laboratory. Though difficulties related to many archaeological restorations, research on the manufacturing process was made on these body armours. In addition to the visual comments, samples have been made for metallographic examinations and analysis*

composition. It appears that these exceptional pieces were manufactured in materials of average quality in a craft characterized by a specific choice alloys according to the parties. The hammering is important, made slowly, for a total estimated at a minimum 150 hours for one body armour.

key-words: *Marmesse – Body armour – Metal craft – Technology – Hammering – Bronze Age.*

GLOSSAIRE

- **Martelage :** travail de mise en forme rendu possible grâce aux propriétés de du métal et qui est normalement réalisé à froid pour les alliages cuivreux. Il permet en particulier d'obtenir des produits très minces (tôles) mais résistants mécaniquement.
- **Sulfure :** inclusion qui subsiste dans les métaux anciens dans des proportions variables et qui sont préjudiciables à un travail de déformation plastique. Pour les études en laboratoire, ils sont utiles car ils cumulent la déformation du matériau au cours des différentes passes de martelage. Les recuits ne modifient pas leur morphologie, contrairement aux inclusions de plomb qui se déforment mais reprennent leur morphologie globulaire initiale si on procède à un recuit.

- Eutectoïde : composante d'un métal non homogénéisé lors du refroidissement en fonderie, pour des raisons de composition de l'alliage et de conditions de refroidissement du métal.
- Recuit de recristallisation : action de réchauffement du métal à un point inférieur à celui de la fusion et qui a pour conséquence d'aboutir à une recristallisation du matériau, ce qui lui redonne une plasticité qui autorise un nouveau martelage.
- Examen métallographique : étude de la microstructure du métal qui permet d'avoir des informations invisibles à l'œil nu et de retracer l'histoire mécanique, en partie ou en totalité, que le matériau a connu. Ce regard sur la matière à l'échelle microscopique se fait en laboratoire selon un protocole spécifique, l'utilisation d'un microscope métallographique. Il est complété par des observations sur un type de microscope, le MEB (microscope électronique à balayage) qui permet également une analyse de composition des éléments majeurs et mineurs.

Les cuirasses de Marmesse font aujourd'hui pleinement partie du paysage de la Protohistoire européenne (fig. 1). Présentes dans de nombreux ouvrages et catalogues¹ dès lors que les débuts du premier millénaire avant notre ère ou les mobiliers dits « de prestige » sont abordés, ces pièces connues de la plupart des archéologues ont pourtant une histoire assez complexe. Leur découverte mouvementée, par étapes, puis les campagnes de restauration successives expliquent peut-être le fait qu'elles soient finalement restées assez peu étudiées dans le détail en dehors de leur attribution typochronologique sur une base stylistique. Pourtant, elles incarnent également une gamme de savoir-faire artisanaux, à l'aube du premier millénaire avant notre ère. Leur étude technique confirme l'excellence des bronziers mais réserve également quelques surprises dans le détail de leurs gestes.

UNE LONGUE HISTOIRE DES DÉCOUVERTES

LES ÉTAPES DE DÉCOUVERTE

En 1974, dans une sablière au lieu dit « Petit Marais » sur la commune de Marmesse (Haute-Marne) furent mis au jour fortuitement par une pelleteuse au cours de travaux, des fragments de tôles décorés qui restèrent alors dans l'anonymat. Les découvertes consistaient, semble-t-il², en un ensemble de fragments de trois cuirasses encastrés les uns dans les autres et qui furent conservés chez l'entrepreneur, M. François (et/ou chez un ami à lui, M. Bouvet), sans que le propriétaire, J.-M. Seltersheim, ne soit contacté. S'y s'ajoutaient des fragments de plus



Fig. 1 : Vue d'une de la cuirasse (plastron) 83756 dans son état actuel (photographie A. Lehoërf).

petite taille que les ouvriers abandonnèrent sur place. En 1976, le fils du propriétaire du terrain, récupère d'autres fragments appartenant à trois plastrons de cuirasses différentes³. Les archéologues sont alors avertis. C'est à cette époque que les découvertes de 1974, sont déposées au Musée du fer de Jarville à Nancy pour une restauration⁴. Dès cette date, le Musée des Antiquités nationales (MAN, aujourd'hui Musée d'Archéologie Nationale) se porte acquéreur des trouvailles. Les six cuirasses entrent dans les inventaires du MAN en février 1980, et un exemplaire est mis en dépôt à Chaumont⁵. Une campagne de prospection est organisée par J.-P. Guillaumet et J.-P. Mohen à laquelle sont associés R. Joffroy et C. Éluère. Elle se déroule au cours de l'été 1980. Les fragments qui sont alors mis au jour, toujours dans le même secteur, appartiennent à la « deuxième » série de 1976⁶. Une campagne de restauration des six cuirasses alors identifiables est lancée. Quatre d'entre elles sont confiées au laboratoire de Mayence en Allemagne⁷ et deux cuirasses sont restaurées à Nancy⁸.

En 1986, neuf nouveaux fragments sont découverts par J.-M. Seltersheim au cours de labours. Ils sont identifiés comme provenant de trois cuirasses différentes. L'une d'entre elles est presque complète. Ils entrent dans les inventaires du MAN en 1988, sous les numéros 86197 (la mieux conservée), 86198 et 86199.

En 1987, d'autres fragments sont découverts au cours d'une prospection effectuée par A. Hesse et G. Ducomet. L'hypothèse de neuf cuirasses à Marmesse est alors proposée par les archéologues⁹.

Cependant, au début des années 1990, des voix s'élèvent pour affirmer que si la cuirasse 86197 est bien un exemplaire autonome, les autres fragments pourraient remonter avec les cuirasses portant les numéros 83753 et 83755, découvertes en 1976 et complétées en 1980. Cette proposition porte à sept le nombre total des cuirasses et non plus neuf. Entre 1998 et 2001, une nouvelle campagne de restauration des cuirasses est effectuée en ce sens, sauf sur celle qui porte le numéro 86197 et qui fut restaurée au MAN par F. Douau après son entrée dans les collections en 1988. En 2003, A. Di Mantova – qui a effectué la dernière campagne de restauration – écrit « [qu']une fois toutes cuirasses de Marmesse nouvellement restaurées, plus aucun doute ne plane sur leur nombre » (DI MANTOVA, 2003). Une affirmation que l'étude technique des cuirasses ne vient pas confirmer de manière aussi catégorique.

LE NOMBRE DES CUIRASSES

En trente ans, le nombre de cuirasses a évolué de six à neuf pour être fixé à sept en 2001, lors de l'ultime restauration. Ce dernier chiffre est le résultat de recouvrements entre les différentes découvertes et les numéros associés. On peut ainsi distinguer un premier lot, entré au musée en 1980, qui porte les numéros d'inventaire 83753 à 83758 et un second lot entré en 1988, qui porte les numéros d'inventaire de 86197 à 86199, chacun d'entre eux étant associé à un objet, soit un total de neuf. Lors de la dernière restauration, une partie du deuxième lot a en quelque sorte été intégrée au premier puisque les numéros 86198 et 86199 ont été répartis dans les cuirasses numérotées de 83753 à 54 à et 83756 à 58. La cuirasse de Chaumont a par ailleurs été endommagée et réparée. Il faut y ajouter un fragment visible sur les photographies les plus récentes avant restauration, de forme globalement quadrangulaire et portant un décor de lignes parallèles et qui n'appartient à aucune des cuirasses. Ce fragment n'a pas été retrouvé dans les collections du MAN. Les cuirasses dans leur dernier état ont été observées à l'intérieur comme à l'extérieur. S'il est avéré que les remontages en restauration se positionnent parfois de manière délicate, certaines cuirasses soulèvent néanmoins des interrogations. Le plastron de la cuirasse 83753 a été mis au jour 1976, et en quelque sorte « complété » en 1980, par le haut d'une dossière qui est visible sur les photographies d'archives¹⁰. Ce fragment comporte une partie des aisselles et le col. Les documents du laboratoire de Mayence montrent le haut du dos avec un alignement suivi dans le décor des bossètes au niveau des omoplates. En revanche, l'exemplaire actuel est doté d'une partie supérieure de la dossière où les bossètes ne sont pas complètement alignées. De plus, un chevauchement entre certaines d'entre elles

est observable, les dimensions entre le bord ourlé droit et la première série de bossètes sur la partie haute changée à la restauration sont plus importantes que dans la partie basse. Une ligne de petites bossètes est également présente sur la partie haute, mais absente à partir du raccord. Par ailleurs, les photographies d'archives montrent une cuirasse 83758 peu lacunaire, sauf en bas du plastron. Dans la présentation actuelle, cette lacune est toujours comblée avec de la résine et on voit donc mal quels fragments ont pu être remontés sur cette cuirasse. Ces problèmes soulevés lors des observations visuelles autorisent-ils l'hypothèse d'une huitième pièce, relançant ainsi la question du nombre des cuirasses ?

L'étude des conditions de découvertes successives et les comparaisons avec des mobiliers similaires ou qui peuvent leurs être associés invite également à la prudence. À Fillinges (Haute-Savoie), des terrassiers trouvèrent à la fin de l'année 1900, un « lot de cuirasses » dont l'histoire complexe rappelle celle de Marmesse (DEONA, 1934 ; MOTTIER, 1988 ; SCHAUER, 1978 ; HAMARD et REY-BELLET, 2000)¹¹. Trois plastrons et trois dossières furent acquis par le musée d'art et d'histoire de Genève en 1933, où ils sont toujours conservés, et dans cet ensemble, l'un des plastrons correspondrait à une dossière. Un autre exemplaire a été rapidement acquis par un collectionneur new-yorkais. Au total, entre les pièces conservées au musée de Genève et l'exemplaire de New-York, il semble que le nombre total de six cuirasses puisse être retenu, sans exclure la possibilité d'ailleurs que tout n'ait pas été mis au jour. En 1832, près de Falaise (Calvados), neuf casques datables du Bronze final furent découverts, associés trois par trois et disposés en triangle. D'un exemple à l'autre, pour ces mobiliers qui peuvent être catalogués comme « armement défensif de prestige », le chiffre trois et ses multiples reviennent, soulevant la question de la validité du chiffre sept. Au final, l'observation des cuirasses remontées dans leur état actuel et la lecture de la documentation invitent à garder un regard réservé ou critique sur le nombre des exemplaires volontairement abandonnés à Marmesse il y a quelque trois mille ans. En jargon archéologique, il faudrait donc rester prudemment à un « nombre minimum d'individus » de sept¹², mais sans exclure une éventuelle révision à la hausse de ce chiffre¹³.

L'histoire des trouvailles (on se saurait ici parler de « fouilles ») se déroule donc sur près de quinze années et compte de nombreux découvreurs, archéologues ou non. Le calendrier des restaurations s'inscrit au total sur vingt ans, trois campagnes et quatre laboratoires de restauration ayant des pratiques différentes comme l'atteste d'ailleurs le rendu des objets de la vitrine du MAN entre le numéro 86197 et les autres. De surcroît, les circonstances de découverte et l'évolution des protocoles de laboratoire de restauration depuis les années 1980, expliquent que les archives de terrain ou de restauration sont incomplètes et parfois peu explicites¹⁴.

Dans ce contexte, une étude technique est risquée, tant les paramètres importants ont pu être modifiés et

faussés. Idéalement, les études techniques doivent être réalisées le plus rapidement possible après la mise au jour et systématiquement avant toute restauration. En résumé, autant dire que Marmesse n'est pas un cas exemplaire !

LES AMBITIONS ET LES MÉTHODES D'UNE ÉTUDE TECHNIQUE

LES OBJECTIFS

L'objectif d'une recherche sur les techniques de mise en forme d'un tel corpus est multiple. Le premier d'entre eux est tout simplement de tenter de comprendre comment ces cuirasses ont pu être fabriquées : quelles techniques précises, avec quel alliage, selon quelle chaîne opératoire. D'une manière plus globale, la recherche sur un ensemble limité s'inscrit également dans un travail plus vaste sur l'artisanat d'une époque et contribue ainsi à enrichir l'histoire des techniques, dont tous les chapitres sont loin d'être écrits. En revanche, la question des « origines » d'objets (ou même de métaux) par des analyses de composition d'éléments majeurs, mineurs ou même traces est utopique dès lors que l'on admet que les caractéristiques du métal – un matériau recyclable – ont été pris en compte dans les sociétés des débuts du premier millénaire avant notre ère, pour lesquelles c'était un matériau rare et précieux – donc recyclé –.

Les objets des dépôts ont été volontairement abandonnés pour des raisons culturelles. Ils ont pu être fabriqués avec du métal « frais » (ou non) ajouté à un réemploi de « vieux » mobiliers de différentes provenances et générations. Aucune analyse de composition n'est opérante dans un cas de mélanges multiples. Pour espérer, éventuellement, de quelconques informations sur des provenances et des réseaux d'échanges de matières premières, il faut un contexte assuré de fabrication, une stratigraphique, des données concordantes. C'est loin d'être le cas à Marmesse. D'une manière générale, si la tentation de connaître les réseaux historiques d'approvisionnement est grande et légitime, il est temps d'admettre que les études en laboratoire ne peuvent pas miraculeusement offrir de résultats probants dans ce domaine pour toutes les découvertes archéologiques. Tout comme il est méthodologiquement discutable de vouloir utiliser des sources écrites plus récentes d'au moins un millénaire pour comprendre la logique de l'âge du Bronze. Observons, analysons et utilisons le laboratoire pour ce qu'il offre : des comportements techniques, des perspectives de premier plan dans le domaine des choix et des savoirs artisanaux.

LES MÉTHODES

Les méthodes à employer sont aujourd'hui connues et maîtrisées. La première étape passe par une observation

minutieuse des objets – ou des fragments – de préférence avant tout remontage et nettoyage, au moment de la découverte ou juste après. L'idéal est de pouvoir consulter, dès ces premières observations, le dossier photographique réalisé par le découvreur, afin de pouvoir reconstituer la position des objets et le contexte dans lequel ils se trouvaient. Pour des trouvailles anciennes ou fortuites non encadrées par des professionnels, cette partie du dossier est souvent incomplète. Dans un certain nombre de cas, une radiographie des objets s'avère très utile, surtout lorsqu'ils sont abîmés mais déjà assemblés. Peuvent ainsi apparaître sur le cliché, des informations invisibles à l'œil nu ou qui nécessitent une confirmation d'hypothèse sur les techniques d'assemblage ou encore les traces de martelage. Les restaurations anciennes avec des comblements de lacune par des résines sont également bien visibles sur les clichés de radiographie.

Les observations visuelles permettent de comprendre une part importante des procédés de fabrication mais pas dans leur totalité. Certaines données sur le matériau employé et son histoire thermomécanique ne peuvent s'obtenir qu'en laboratoire après des prélèvements. Concernant ces derniers, plusieurs écoles existent aujourd'hui : on trouve, d'une part, les partisans du prélèvement d'un fragment de petite taille (environ 2 mm sur 2) qui comporte avec certitude du métal et non pas seulement de la corrosion et d'autre part, les tenants d'un prélèvement simplement de poudre par un micro foret. Il faudrait également ajouter les défenseurs des analyses de composition à la surface de l'objet sans prélèvement (méthode en fluorescence X ou par un accélérateur de particules). Le travail sur les cuirasses de Marmesse a été réalisé selon le premier cas de figure qui est sans doute le plus préjudiciable à l'intégrité de l'objet, mais qui est également le plus – voire le seul – utile. En effet, le micro-fragment de métal fournit deux types d'informations complémentaires : d'une part, l'histoire thermomécanique du matériau grâce à des observations de la microstructure (que la poudre n'autorise pas) puis, par ce biais, une restitution de la chaîne opératoire de fabrication ou au moins une partie d'entre elle ; d'autre part, des analyses de composition des éléments majeurs (et éventuellement mineurs) au moyen d'un microscope électronique à balayage (MEB) couplé à un système d'analyse. Le MEB permet non seulement d'obtenir un autre type d'images que celles fournies par la microscopie optique, mais encore, assure des analyses ciblées dans la matrice métallique sans le risque de prendre en compte la corrosion, qui fausse les teneurs en étain. Pour vérifier cette hypothèse, des « essais tests » ont été pratiqués sur les échantillons de Marmesse et sur d'autres collections lors des analyses de composition au MEB faites au printemps 2008. Sur un même échantillon, l'analyse a été effectuée dans la matrice métallique à un grossissement moyen, puis sur une plage localisée à moitié sur la matrice et sur un secteur comportant de la corrosion, et enfin dans un secteur corrodé au microscope, mais dont la couleur dominante à l'œil nu reste le jaune. Les résultats sont, logiquement, sans

appel : la première analyse est correcte et les deux suivantes affichent des taux en étain de plus en plus élevés. Ce résultat signifie également qu'il y a fort à parier que les analyses faites à partir de poudre par micro-foret, même en enlevant la couche superficielle de corrosion visible à l'œil nu, sont faussées de manière plus ou moins importante par de la corrosion. La seule garantie d'un résultat correct passe par une visualisation de la plage analysée au cœur de la matrice. Les méthodes d'analyse de surface ne présentent pas ces garanties. Les analyses de composition ne servent pas à rechercher l'origine des métaux et minerais mais à mettre en regard le matériau et les techniques de mise en forme dans une perspective globale de compréhension de l'artisanat. Marteler à froid un bronze binaire à 7 % d'étain ou à 13 % n'est pas un travail identique. Il suppose *a priori* en amont une fonderie spécifique. Les coloris sont différents, tout comme les propriétés mécaniques en fonction, non seulement de la nature de l'alliage, mais également de l'état métallurgique dans lequel le matériau est laissé (brut de fonderie, déformé, recuit et toutes les nuances obtenues par un travail cumulatif). Comprendre une fabrication, des artisans, un artisanat, implique la prise en compte de tous ces paramètres.

Les prélèvements sur les cuirasses de Marmesse ont été rendus complexes par l'histoire même de ces objets. Au mieux, ils auraient dû être effectués avant 1980, au pire, avant la dernière phase de restauration commencée en 1998. Ils ont finalement été réalisés au plus mauvais moment, pour des raisons pratiques et techniques. En effet, il est plus difficile de prélever sur le milieu d'une cuirasse parfaitement restaurée que sur des fragments éparés. En outre, des recuits et des déformations de tôle par martelage ont été visiblement réalisés¹⁵ pour le remontage, qui modifie la microstructure et donc pratique les interprétations possibles. En conséquence, deux campagnes successives de prélèvements ont été programmées entre 2005 et 2008, parallèlement à l'étude la plus complète possible sur le travail de remontage, les opérations de recuits et de martelage lors des campagnes de restauration¹⁶. Les dix-sept prélèvements ont été préparés en laboratoire puis observés en microscopie optique¹⁷. Une partie d'entre eux a ensuite été analysée¹⁸. Ils ont été effectués en différents endroits des cuirasses (fig. 2 et 3). L'objectif était de tenter d'avoir, malgré les restaurations, un échantillon représentatif des matériaux choisis selon les pièces des cuirasses. Il était donc nécessaire de prélever à la fois de manière diversifiée sur chacune des cuirasses et, en même temps, de

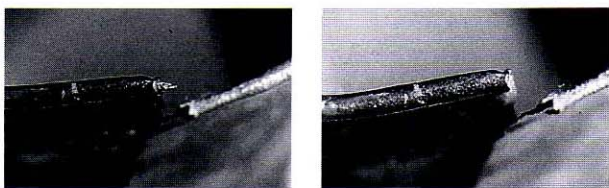


Fig. 2 : Localisation d'un prélèvement, avant et après découpe de l'échantillon (photographies A. Lehoërff).

N° de cuirasse	N° de prélèvement	Localisation
86197	P 1	Dossière, dans la partie inférieure, dans l'angle de la tôle
86197	P 11	Dossière, au niveau du bord d'origine, vers le milieu
86197	P 2	Dossière, jonc au niveau de l'aisselle
86197	P 12	Jonc au niveau de l'épaule gauche
86197	P 3	Plastron, découpe en triangle au niveau de l'épaule
86197	P 13	Plastron, dans la même tôle et le même secteur que le P3. Ce P13 est motivé par l'abondance de seconde phase dans la matrice métallique
83758	P 4	Dossière, agrandissement d'une lacune entre l'épaule et le début du col
83758	P 14	Dossière, prélèvement dans une tôle rapportée pour une réparation
83756	P 5	Plastron, agrandissement d'une lacune au niveau de la découpe de la tôle pour l'attache
83756	P 15	Dossière, fragment sur une tôle rapportée pour une réparation assez importante à 6 rivets
83756	P 6	Dossière, au niveau du col sur la gauche
83756	P 7	Plastron, dans la partie inférieure, dans l'angle de la tôle
83754	P 8	Jonc inférieur de la dossière
	P 8 bis	Dossière, tôle recouvrant le jonc du P 8
	P 16	Système de réparation au niveau de l'épaule
83757	P 9	Dossière, tôle de l'attache au niveau de l'épaule droite
83753	P 10	Dossière, au niveau du col, près du bord ourlé
	P 17	Sous épaule gauche, fragment de rondelle métallique au niveau d'un rivet de fixation

Fig. 3 : Tableau des prélèvements effectués sur les cuirasses de Marmesse (Haute-Marne) conservées au MAN, entre 2005 et 2008.

choisir des localisations identiques d'une cuirasse l'autre, afin de tester des répétitions et des cohérences.

La microstructure du métal garde en mémoire l'histoire – ou au moins une partie – de l'histoire thermomécanique du matériau et présente le dernier état de celui-ci. Lorsqu'un objet n'a pas subi de modification majeure depuis sa fabrication, c'est donc la trace du dernier choix de l'artisan qui est lisible sous le microscope. Les interprétations deviennent plus difficiles si l'objet a connu un dernier épisode de son existence qui vient en quelque sorte « fausser » cette lecture : un objet incinéré peut avoir connu des recuits partiels ou complets qui transforment le dernier état par une recristallisation ; un objet volontairement cassé avant son abandon présente en revanche un état déformé qui n'est pas forcément celui dans lequel il serait resté pour une utilisation plus rationnelle d'un point de vue fonctionnel. Une restauration archéologique des années 1980, peut combiner les deux, un recuit, une déformation pour un remontage. Autant de gestes qui viennent perturber la compréhension des données relatives aux choix techniques de l'artisan. Dans le cas des cuirasses de Marmesse, l'interprétation des observations en microscopie optique est particulièrement délicate.

LA CHAÎNE DE FABRICATION D'UNE CUIRASSE D'APRÈS LES ÉTUDES TECHNIQUES

LA CONFIGURATION GÉNÉRALE DES CUIRASSES ET L'ÉBAUCHE INITIALE

Les observations visuelles des cuirasses confirment certaines hypothèses évoquées précédemment sur Marmesse et sur d'autres pièces du même type comme celles de Fillings par exemple (MICHEL et MOHEN, 1970). Les cuirasses sont constituées de deux pièces principales, et ont été réalisées à partir de deux ébauches principales, l'une pour le plastron, l'autre pour la dossière (fig. 4). La déformation plastique des dernières étapes est encore visible à l'intérieur des cuirasses. De petites traces – sortes de petites lentilles – indiquent l'orientation des coups de marteau les plus récents, verticaux dans la partie basse de la cuirasse et horizontaux dans la partie haute entre les deux épaules (fig. 5). Elles indiquent qu'il s'agit d'une déformation de type multiaxial, logique sur de telles tôles dont la hauteur moyenne est de l'ordre de 45 cm pour les plastrons et de 50-55 pour les dossières, et la largeur maximale au niveau des aisselles d'environ 55 cm, soit une superficie totale pour pièce principale d'environ 0,25-0,35 m². L'épaisseur des tôles varie de 0,3-0,4 mm à 0,8 mm environ, selon les endroits avec quelques maximales à

plus de 1 mm, mais certaines épaisseurs ont pu être modifiées au moment des restaurations. Le travail de mise en forme est donc important (fig. 6). En partant des épaisseurs finales de la tôle, en mesurant les sulfures et en s'appuyant sur un certain nombre de calculs, on peut proposer quelques estimations chiffrées (LEHOËRFF, 2007, p. 160; PICCARDO et PERNOT, 1997, p. 44). Sachant que la densité du matériau est de 9, que le poids d'un plastron ou d'une dossière est de 1 à 1,5 kg, que la déformation indiquée par les sulfures est de l'ordre de 90 %, le volume de métal pour une pièce principale est dans les 100 cm³, pour une surface finale d'environ un quart de m² et donc une ébauche probable d'une douzaine de centimètres de côté pour une épaisseur de l'ordre de 10 mm, pour des valeurs maximales. Ce choix morphologique n'est guère imaginable pour un bronzier contemporain qui optera pour une ébauche (s'il en fait une plutôt qu'un achat de tôle obtenue par un laminoir) au plus près de la pièce finale, ici sans doute une plaque, pour avoir le moins possible de risque de rupture du matériau en cours de martelage. La logique technique suivie par son lointain ancêtre est visiblement différente, dans un contexte qui n'est pas celui d'aujourd'hui. L'artisan a préféré ici une ébauche épaisse bien coulée (sans porosité), avec un martelage conséquent plutôt qu'une fonderie d'un produit très fin. À l'époque de la fabrication de Marmesse, les artisans savent couler des épaisseurs plus fines, mais pas nécessairement pour de grandes surfaces qui doivent ensuite être fortement amincies.

LE CHOIX DU MATÉRIAU

Les analyses de composition ont été effectuées sur un échantillonnage des prélèvements, dans différentes parties, plastron, dossière, jonc¹⁹. L'alliage globalement utilisé est un bronze binaire à 9-10 % d'étain (fig. 7). C'est un matériau très standard dans le cas d'un martelage quantitativement important, en vue d'une



Fig. 4 : Photographie de la dossière 83757 (photographie A. Lehoërrf).



Fig. 5 : Vue interne de la cuirasse 83754 où l'on distingue les traces de martelage sous forme de petites lentilles (photographie A. Lehoërrf).

Cuirasse	P	Déformation	FF inclusion	FF	Épaisseur finale	Épaisseur initiale	% de réduction
86197	P1	biaxiale	40	11,7	1,5 mm	17,5 mm	91
86197	P2	uniaxiale	5	1,7	1,5 mm	2.6 mm	42
86197	P3	biaxiale	80	18,6	0,5 mm	9.3 mm	95
83758	P4	biaxiale	5	2,9	0,8 mm	2.3 mm	65
83756	P5	biaxiale	15	6,1	0,5 mm	3.0 mm	83
83756	P6	biaxiale	80	18,6	0,5 mm	9.3 mm	95
83756	P7	biaxiale	5	2,9	0,5 mm	1.5 mm	67
83754	P8	uniaxiale	5	1,7	3 mm	5.1 mm	50
83754	P8 bis	biaxiale	20	7,4	1,2 mm	8.8 mm	86
83757	P9	biaxiale	80	18,6	0,5 mm	9.3 mm	95
83753	P 10	biaxiale	40	11,7	0,4 mm	4.7 mm	91

Fig. 6 : Tableau des estimations de pourcentage de réduction effectués à partir de la série de prélèvements de 1 à 10.

N° Inv.	N°P	Localisation	S	Cu	Sn	Pb	Remarques
86197	P1	Matrice	± 0,20	± 91	± 8,5	/	
	P2	Jonc	± 0,20	89	6-7	4	
	P3	Matrice	± 0,20	88-89	10-11	/	
	P3	Eutectoïde	0,20-0,50	80-87	12-20	/	Abondante seconde phase
83758	P4	Matrice	/	93	7	/	
83756	P5	Matrice	0,25-30	92	± 7,5	/	Traces de fer
	P6	Matrice	0,30-50	± 91	± 8,5	/	
	P7	Matrice	0,20-25	± 92	7,5-8	/	
83754	P8	Jonc	/	90-91	6-6,5	3	
	P8bis	Matrice	/	90	10	/	
83757	P9	Matrice	± 0,20	±90	±10	/	
	P9	Eutectoïde	± 0,90	±80	±19	/	Abondante seconde phase
83753	P 10	Matrice	± 0,20	±91	± 8	/	

Fig. 7 : Tableau des résultats d'analyses pour la série des prélèvements de 1 à 10.

fabrication d'un objet assez résistant mécaniquement et d'une belle couleur jaune. L'artisan a donc choisi un bon compromis, classique dans les tôles à partir du Bronze final européen. L'alliage de la cuirasse de Saint-Germain-du-Plain est dans les mêmes proportions, vers 9 % (LEHOËRFF, à paraître)²⁰. Les analyses qui avaient été effectuées en 1970 sur les cuirasses dites de « Grenoble » et de « Naples » avaient donné des résultats différents : 8,30 % d'étain pour la première et 6,50 % pour la seconde²¹. Les joncs sont localisés en bordure des tôles (taille, aisselles, cou), invisibles sur la cuirasse achevée et destinés à recevoir le bord enroulé de la tôle, afin qu'elles ne puissent pas être coupantes. Leur matériau est un alliage ternaire. Les taux d'étain sont inférieurs, de l'ordre de 6 %, avec des taux de plomb de 3-4 %, qui compensent en quelque sorte la perte en étain, tout en maintenant le même pourcentage en cuivre. Ce choix peut répondre à des impératifs non seulement économiques mais également techniques, en facilitant la coulée pour des pièces qui n'ont pas à connaître un martelage de type multiaxial, délicat à conduire et qu'un tel taux de plomb ne pourrait pas permettre. Par ailleurs, ce dernier fournit un alliage légèrement plus mou – mais pas trop – bien adapté à

cet usage de bordure qui risque de devoir supporter quelques contraintes mécaniques dues au port de la cuirasse elle-même. L'artisan a donc choisi un matériau en adéquation avec les techniques de mise en forme et les impératifs d'ordre économique.

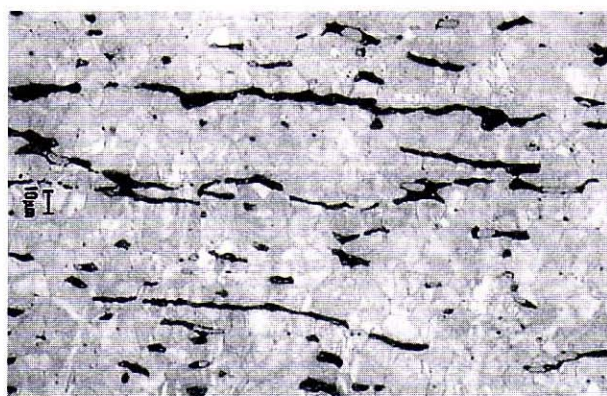


Fig. 8 : Photographie en microscopie optique de la matrice métallique du prélèvement P2; on y distingue des formes très allongées plus sombres, ce sont les inclusions de sulfures. C'est, en autres, à partir de ces derniers que les estimations de taux de réduction peuvent être calculées (photographie A. Lehoërf).

LE TRAVAIL DE MISE EN FORME

L'ensemble des échantillons montre une présence d'inclusions de sulfures dont les analyses rendent compte par une présence récurrente de soufre (**fig. 8**). Ces sulfures, très utiles pour les estimations de taux de déformation, sont en revanche un point négatif pour le travail de mise en forme. Plus durs que la matrice, ils multiplient le risque de rupture du matériau en cours de martelage. Ils sont omniprésents dans les alliages cuivreux de ces périodes, en quantité suffisamment abondante en Europe tempérée pour faire renoncer à un tel matériau un artisan d'aujourd'hui²². Le bronzier des cuirasses de Marmesse a su s'adapter à ce handicap pour obtenir les tôles. Ceci étant, il n'est pas impossible que cela compte parmi les facteurs de fragilité, lequel expliquerait certaines fissures et réparations de fabrication.

Les prélèvements 3 (plastron de la 86197), 8 (83754, tôle en bordure) et 9 (dossier de la 83758) attestent la présence de la seconde phase dans des proportions anormalement élevées. Ils sont localisés en bordure, au

niveau de l'épaule de la cuirasse et en bas, mais ne sont pas systématiques pour tous les échantillons et donc toutes les parties d'une même tôle. Cette seconde phase est le résultat d'un matériau non homogénéisé. Il faut sans doute l'imputer à un refroidissement localisé très rapide après la fonderie. La matrice présente donc des eutectoïdes de type alpha-delta de forme ovoïde avec une sous-structure caractéristique, et dont la taille peut atteindre 40 M μ . Plus dures que la matrice et que les inclusions, de telles concentrations sont donc autant de points de difficultés pour le travail de martelage et représentent un risque accru de rupture du matériau. Les analyses localisées dans les eutectoïdes alpha-delta donnent logiquement des taux d'étain pouvant atteindre 20 % puisque la phase delta est fortement enrichie en étain (**fig 9**). Pour de telles réalisations, cette présence est particulièrement rare²³. L'artisan a nécessairement compensé ce premier refroidissement rapide post-fonderie par un travail minutieux et en douceur, des recuits fréquents à des températures de l'ordre de 600-650° C. Les matrices métalliques observées montrent des

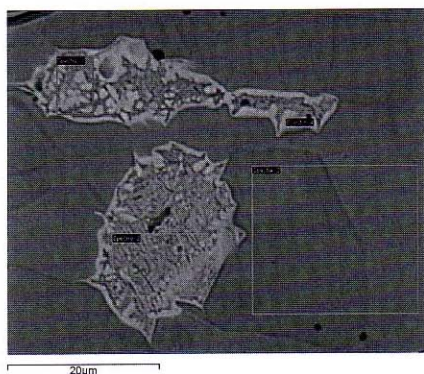


Fig. 9 : Photographie au MEB du prélèvement P3 (cuirasse 86197) sur laquelle on peut distinguer plusieurs eutectoïdes dans la matrice métallique. Les rectangles de couleur indiquent la plage analysée individuellement, avec un spectre correspondant et une analyse chiffrée des différents éléments (photographie MEB IRAMAT, Bordeaux).

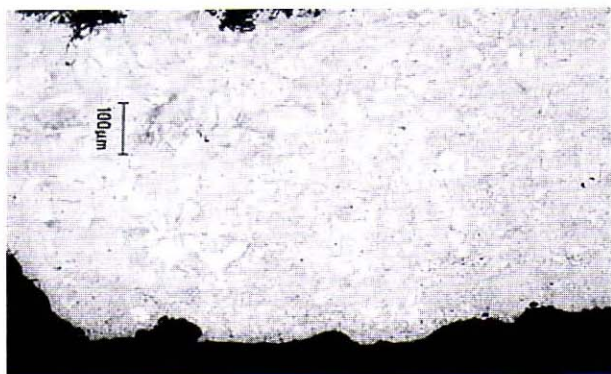


Fig. 10 : Matrice métallique à petits grains en microscopie optique de l'échantillon P4 (cuirasse 83758).



Fig. 11 : Profil de la cuirasse 83757 où l'on distingue les quatre rivets de fixation permanente des deux tôles principales. Le système est identique sur l'épaule gauche (photographie A. Lehoërf).



Fig. 12 : Vue au revers des rivets des cuirasses. On y distingue la tête écrasée du rivet et la rondelle métallique glissée entre la tôle et la tête du rivet pour un meilleur maintien (photographie A. Lehoërrff).

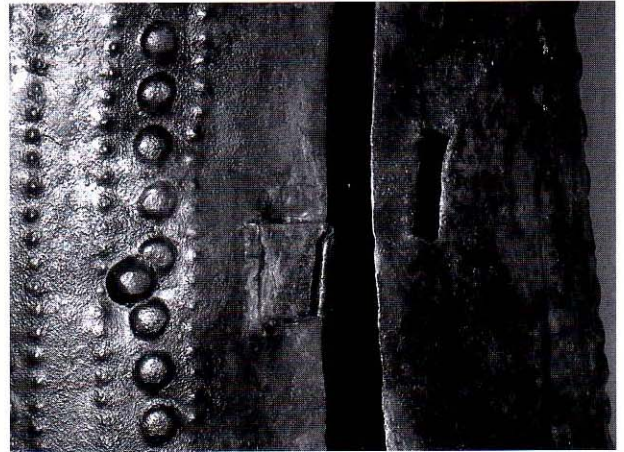


Fig. 13 : Système de fermeture temporaire sur le côté droit des cuirasses, similaire à celui de l'épaule droite (photographie A. Lehoërrff).

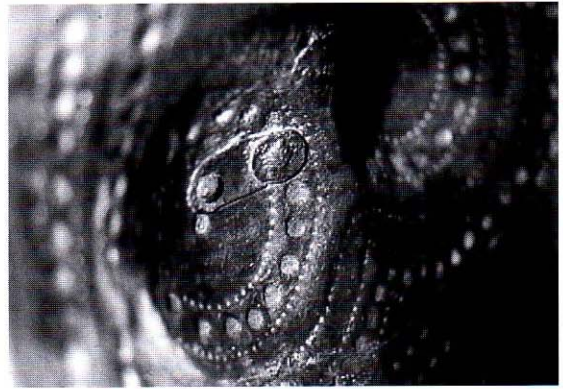
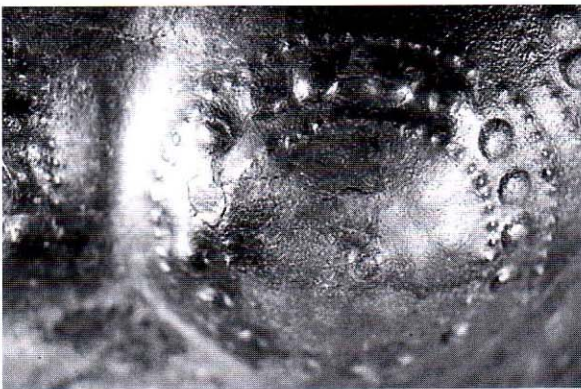


Fig. 14 : Réparation au niveau du sein du plastron 83758, vue au droit et au revers (photographie A. Lehoërrff).

structures à petits grains qui concordent avec ces choix de mise en forme (bien visibles en particulier dans les prélèvements 4 et 8 – **fig. 10**). En raison des protocoles de restauration, il est difficile de proposer une interprétation du dernier état dans lequel se trouve le métal actuellement. Certains échantillons sont dans un état recuit, d'autres dans un état déformé, mais qui peuvent être, l'un comme l'autre, le résultat de la restauration²⁴. Néanmoins, le reste des observations visuelles et en laboratoire montre une cohérence dans les choix artisanaux qui s'accorde avec ce que l'on peut observer de manière plus générale pour les tôles de cette période, autour de l'an Mil avant notre ère.

Le plastron et la dossière étaient maintenus de manière permanente dès l'origine par des rivets sur la partie gauche, entre l'aisselle et la taille (**fig. 11**). Le nombre de ces rivets varie de quatre à six sur les exemplaires de Marmesse. Au droit, ils sont formés d'une tête aplatie et arrondie qui rappelle les motifs principaux du décor. Au revers, l'extrémité est aplatie et une rondelle de métal plus ou moins octogonale étant glissée

entre la tôle, la tête pour un meilleur maintien (**fig. 12**). En revanche, sur le côté droit, le système de fermeture n'est pas définitif mais composé à mi-hauteur d'une sorte de crochet réalisé dans une languette de tôle découpée, pliée et rivetée dans la dossière et qui vient s'accrocher par l'intérieur dans une perforation rectangulaire découpée dans le plastron pour maintenir la cuirasse fermée (**fig. 13**). Un système très similaire se retrouve au niveau des épaules, fixe à gauche, mobile à droite. Ce jeu d'ouverture est rendu possible grâce aux propriétés d'élasticité du métal, mais il est limité dans son ampleur. Il faut donc imaginer que la cuirasse était enfilée : pour ce faire, on l'engageait de biais, avec l'aide d'un tiers, légèrement entrouverte dans un axe oblique allant de gauche à droite, de la tête vers l'épaule droite et la taille. Par ailleurs, la cuirasse était portée avec un rembourrage interne ou sur un vêtement spécifique à cet usage. Il n'en reste logiquement aucun vestige tangible dans l'état actuel, même si certaines traces et colorations internes pourraient faire penser à du cuir disparu.

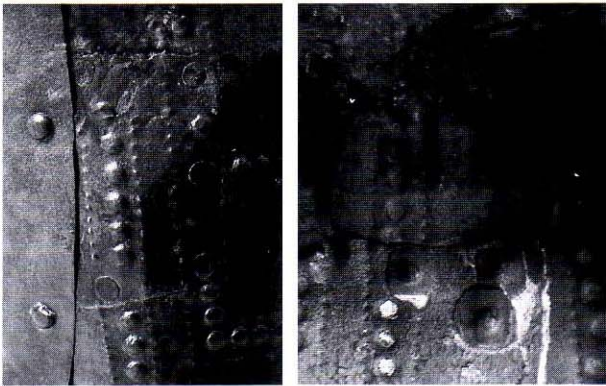


Fig. 15 : Réparation à mi-hauteur de la dossière 83758, vue au droit et au revers. Le décor est repris sur la tôle rajoutée avant la fixation des deux tôles principales (photographie A. Lehoërrff).



Fig. 16 : Réparation sur l'épaule droite de la cuirasse 83754 (photographie A. Lehoërrff).

LES RÉPARATIONS

Toutes les cuirasses portent des traces de réparation plus ou moins importantes et plus ou moins visibles, seul, le plastron de la 83756 faisant exception. Ces réparations se répartissent en deux groupes, sans tôle ou non, selon leur importance et plus ou moins soignée pour les réalisations les plus importantes. Les plus légères sont faites à l'aide d'un rivet au droit, le plus discret possible. Le sein gauche de la cuirasse 83758 a été réparé de cette manière (fig. 15). Aux deux extrémités de la fissure, on peut distinguer deux têtes de rivets très aplaties, masquées dans un décor dont le motif est très bien adapté à ce type de camouflage. Les réparations un peu plus importantes ont été réalisées par l'apport d'une tôle de métal qui est positionnée sur la pièce principale découpée à l'emplacement de la fissure et fixée par rivetage, également avec l'emploi d'une rondelle métallique à l'intérieur. Deux types sont néanmoins identifiables : le premier est soigné, le moins visible possible et porte le décor disparu. Ainsi, sur la dossière 83758, à mi hauteur environ, une pièce quadrangulaire d'une dizaine de centimètres a été posée.

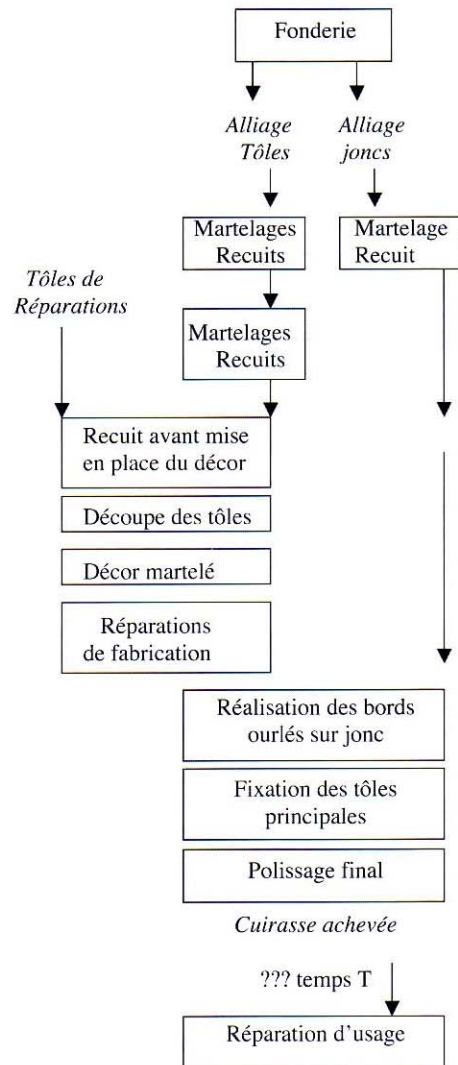


Fig. 17 : Scénario de fabrication d'une cuirasse de type Marmesse.

Le décor de bossètes est reporté avec soin et les rivets à tête plate sont pratiquement à l'endroit où des bossètes auraient dû être présentes (fig. 16). Ce n'est qu'une fois cette réparation achevée que le montage du plastron avec la dossière a été effectué. Ce premier type est donc une réparation de fabrication. Le second type est plus grossier, non décoré, à l'image de la réparation sur l'épaule de la cuirasse 83754 (fig. 17). Il s'agit également d'une pièce rapportée, fixée par deux rivets à tête ronde. Cette fois, il s'agit d'une réparation d'usage, ce qui ne signifie pas nécessairement qu'elle ait été endommagée lors d'un combat. La rupture du matériau s'est faite au moment d'enfiler la cuirasse et non par un coup d'épée d'un quelconque ennemi, le jeu d'ouverture étant relativement limité. Parfois, un certain soin a été apporté à la réparation, mais le résultat est imparfait. Ainsi, au niveau de l'aisselle droite, sur la dossière 83758, une réparation par ajout d'une petite tôle quadrangulaire a été prévue, mais le motif du décor mal

calculé. L'une des lignes de petites bossettes n'est donc pas tout à fait dans l'axe de celles de la tôle principale à laquelle elle aurait dû donner suite. Déterminer le type, et donc, le moment de ces réparations dans la chaîne opératoire dépend de l'interprétation qui est faite des cuirasses elles-mêmes :

1. armement défensif de prestige uniquement, et toutes les réparations sont de fabrication, sauf à l'épaule. Le métal est alors trop martelé sans que le recuit (ne) soit conduit suffisamment tôt, avant que le matériau ne se fissure irrémédiablement. On constate une limite au savoir-faire des artisans qui cadre mal avec la présente interprétation, tant les réparations sont omniprésentes sur ces objets exceptionnels, mais de qualité variable ;
2. armement défensif, éventuellement utilisé même pour un usage limité, et les réparations se répartissent entre celles qui ont été faites en cours réalisation et celles qui ont été effectuées durant la vie ultérieure de l'objet.

De manière générale, les réparations des cuirasses de Marmesse sont très similaires aux réparations des tôles décorées que l'Europe compte à partir de la fin de l'âge du Bronze. Elles reprennent les techniques de montage par rivetage, en incluant ce dernier dans le décor de bossettes qui s'y prête bien. Le soin apporté est variable, semble-t-il plus important lors de la fabrication que lors de l'utilisation de l'objet, ce qui est logique sur le plan technique, dans la mesure où la marge de manoeuvre est plus réduite sur une pièce achevée qu'en cours de réalisation, surtout avant le montage.

LE SCÉNARIO DE FABRICATION

Le scénario de fabrication est globalement identique pour toutes les cuirasses (**fig. 18**). Il comporte une première étape en fonderie, avec une ébauche que l'on a refroidie localement de manière accélérée. L'alliage a été choisi préalablement, différent selon les parties. Le ou les artisans ont travaillé cette ébauche par une alternance de passes de martelages et de recuits pour obtenir un amincissement jusqu'à presque 95 % au maximum, tout en assurant l'amorce de la courbure de la tôle. Des polissages réguliers ont été effectués. Après un recuit, le décor a été obtenu selon le modèle préalablement établi dans une phase finale de la fabrication de la tôle, juste avant qu'elle ne soit découpée et que les bords soient ourlés sur le jonc métallique. Lorsque des réparations par l'apport d'une pièce ont été nécessaires, elles sont été réalisées juste avant l'assemblage, par des techniques très similaires à celle de la fabrication elle-même. En considérant l'ensemble de ces opérations (fonderie, martelages et recuits, décors, assemblages, réparations), on peut estimer la fabrication d'une cuirasse à un minimum de cent cinquante heures de travail, soit l'équivalent d'un mois à temps plein dans les conditions de la fin de l'âge du Bronze.

CONCLUSION

Les observations visuelles permettent de reconstituer l'essentiel de cette chaîne opératoire de fabrication. Le laboratoire livre des données complémentaires spécifiques. L'alliage n'est pas identique partout, l'artisan l'a délibérément choisi en fonction, non seulement de son travail, mais aussi de la destination finale du matériau. Il y a donc une adéquation entre des impératifs de nature différente, techniques, esthétiques, fonctionnels. Le savoir-faire du bronzier lui a permis par ailleurs de s'adapter au matériau riche en inclusions (sulfures) qui lui compliquaient le martelage. Plus encore, l'importance de secondes phases dans certains échantillons montre qu'il s'est en quelque sorte lui-même créé des difficultés par des refroidissements locaux rapides ne permettant pas une homogénéisation du matériau. Cette « trempe »²⁵ est, selon certains artisans aujourd'hui, réputée augmenter la capacité de déformation plastique, ce qui n'est pas vérifié sur le plan scientifique. Cette croyance explique en revanche le geste de leur lointain ancêtre. En conséquence, l'artisan a dû conduire sa déformation avec la plus grande prudence, et de nombreux recuits, là aussi délicatement. Cependant, vu l'ampleur de la tâche, il n'a pu échapper à certaines ruptures localisées du métal. Mais elles se sont produites à un stade suffisamment avancé pour qu'il ait choisi une réparation plutôt qu'un recyclage du matériau. La réalisation des cuirasses est, logiquement, une production de qualité qui se caractérise non seulement par des savoir-faire, mais également par une capacité empirique à s'adapter pour atteindre l'objectif initial. Au final, sur le plan technique, c'est peut-être l'aspect le plus remarquable de cet artisanat de l'Europe tempérée à partir du Bronze final : faire avec des matériaux de qualité médiocre et des moyens simples, des objets exceptionnels, que l'on se donne le luxe d'abandonner volontairement en vertu d'impératifs culturels plutôt que de les recycler.

NOTES

1. En ne retenant que quelques exemples avec des illustrations : pour les catalogues, *Avant les Celtes. L'Europe à l'Âge du bronze, 2500-800 av. J.-C.* catalogue de l'exposition de l'Abbaye de Daoulas, 1988, p. 96-97 ; *Trésors des Princes Celtes*, catalogue de l'exposition du Grand-Palais (Paris), 1987-1988, p. 48-49. Pour quelques ouvrages de synthèse récents : B. Cunliffe (éd.), *Prehistoric Europe. An illustrated history*, (1994) 1997, part , p. 312 ; A. F. Harding, *European societies in the Bronze Age*, Cambridge, 2000, part. p. 288-289 ; J.-P. Mohen Y. Taborin, *Les sociétés de la Préhistoire*, Paris, 1998, (coll. Hachette Université), part, p. 271.
2. Je tiens à remercier J.-P. Guillaumet qui m'a accompagnée au MAN au printemps 2007 pour tenter de me restituer sa version des découvertes des cuirasses qu'il a attentivement suivie quelque vingt ans plus tôt, en tant qu'archéologue et cousin du propriétaire du terrain du Petit Marais à Marmesse mais sur lesquelles tout n'a pas été archivé par écrit.
3. D'après J.-P. Guillaumet, ce sont les découvertes qui figurent sur les photographies conservées dans les archives du MAN (clichés en N & B avec les cuirasses posées sur une bâche posée sur du gravier) et qui correspondent aujourd'hui aux numéros d'inventaire 83753, 83754 et 83755. Les trois cuirasses trouvées en 1974 qui sont déposées au Musée de Nancy portent les numéros 83756, 83757, 83758.
4. Les photographies d'archives montrent que les pièces au Musée de Nancy sont plutôt bien conservées au moment de leur découverte.