



## Cahier technique N° 26

# XXXI<sup>es</sup> D'hier à demain

actes des  
Journées des restaurateurs en archéologie,  
organisées par  
le Laboratoire d'archéologie des métaux  
Nancy, 12 et 13 octobre 2017

Nancy  
2017

avec la participation



du Laboratoire d'archéologie des métaux



Association des restaurateurs d'art et d'archéologie  
de formation universitaire

ARAAFU

2020

## CT N° 26

### RELECTURE ET CORRECTIONS

Pascale Le Roy-Lafaurie  
Inocencia Queixalòs  
Silvia Païn

### COUVERTURE

Silvia Païn

### MAQUETTE ET MISE EN PAGE

Laurent Tournier

ISBN : 978-2-907465-31-7

## Avant-propos

*Les 12 et 13 octobre 2017, les XXXI<sup>es</sup> Journées des restaurateurs en archéologie se sont déroulées à Nancy à l'initiative du Laboratoire d'archéologie des métaux (LAM)-Musée de l'Histoire du Fer de la Métropole du Grand Nancy. Accueillies dans l'amphithéâtre Lucien Cuénot du Muséum-Aquarium de Nancy, ces journées intitulées « D'hier à demain » étaient organisées en quatre temps. Une première partie était consacrée à l'histoire de la conservation-restauration, puis des sujets d'actualité et de recherche appliquée en conservation-restauration furent exposés. La troisième partie présentait les dernières évolutions des centres de conservation et d'étude avec l'illustration des exemples locaux de Metz et Sélestat. Les journées se concluaient par des sujets de recherche en matière de bases de données, de datation et d'analyses. Riches de contenu, de rencontres et d'échanges, et sous un soleil radieux, ce fut un plaisir partagé que d'organiser ces journées. Tous nos remerciements à l'ARAAFU et ses bénévoles qui permettent la parution de ce Cahier technique N° 26.*

### MARIE-PIERRE LAMBERT

Conservatrice-restauratrice, Laboratoire  
d'archéologie des métaux  
Ingénieur territorial - Métropole du Grand  
Nancy

## Sommaire

### 2 MARIE-PIERRE LAMBERT

Avant-propos

### 4 *In memoriam* Marylen Kappes

### 6 CLOTILDE PROUST

Les ateliers du musée des Antiquités nationales.  
Aux origines de la restauration en archéologie

### 24 MANUEL LEROUX

Exemples d'études et de restaurations d'objets  
en bronze issus de collections anciennes  
réalisées au Centre de recherche et de  
restauration des Musées de France (C2RMF) :  
présentation de deux cas du musée du Louvre

### 34 FÉLICIE FOUGÈRE, MARIE-PIERRE LAMBERT

Albert France-Lanord et les restaurations du  
vase de Vix

### 43 PAULINE ROLLAND

Théoriser la restauration des métaux  
archéologiques en France. L'apport décisif  
d'Albert France-Lanord (1915-1993)

### 49 ANA RIBEIRO AROLD

Albert France-Lanord et la restauration  
des antiquités métalliques. Méthodes de  
conservation-restauration au Laboratoire  
d'archéologie des métaux (1950-1970)

### 60 RAPHAËLLE CHEVALLIER, MARIE-PIERRE LAMBERT

Frédéric Moreau, archéologue-collectionneur  
et restaurateur dans la vallée de l'Aisne à la  
fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Regard sur l'émergence de  
la restauration en archéologie à travers deux  
traitements réalisés sur des objets « gaulois »  
en fer dans les années 1880

### 71 ANDRÉA DUPKE, AYMERIC RAIMON, ÉLODIE GUILMINOT

Nouvelles utilisations des gels à base d'agar  
pour le nettoyage des métaux

### 80 ROSE BIGONI, TANGUY LE BOURSICAUD, FLORENCE MOUSSET

Le projet PRIAM : une mutualisation entre le  
CCE de Lorraine et la MAP de Metz Métropole

### 90 AXELLE DAVADIE, HÉLOÏSE KOEHLER, AGATHE MULOT

Le CCE d'Alsace : un nouvel équipement pour  
la gestion des biens archéologiques mobiliers

### 100 FRANÇOISE MIELCAREK, SÉBASTIEN BRZUCHACZ

Apport et intérêt des nouvelles technologies à  
la conservation-restauration de deux artefacts  
archéologiques (jambières en alliage cuivreux  
et *cardiophylax* en matériaux composites)

### 115 CHRISTIAN DEGRIGNY, CÉDRIC GASPOZ

MiCorr : un outil d'aide au diagnostic  
et de partage de savoir sur les métaux  
archéologiques

## In memoriam Marylen Kappes

*Au moment où nous achevons la préparation de cette publication, nous avons appris la disparition de notre collègue Marylen Kappes, conservatrice-restauratrice de verre et de céramique, qui a souvent assisté aux Journées des restaurateurs en archéologie et parfois communiqué sur ses travaux. Ce Cahier technique lui est dédié.*

*Pour évoquer sa mémoire, nous avons demandé à ceux qui la connaissaient le mieux, ses collègues du CREAM, de reproduire ici le texte publié sur le site internet du laboratoire qui lui rend hommage :*



**Marylen Kappes**

Conservatrice-restauratrice de verre et de céramique

27 juillet 1962-3 avril 2020

À l'automne 1992, Marylen Kappes arrive au CREAM. Pour un contrat temporaire suppose-t-elle alors. Elle y passera toute la suite de sa vie professionnelle. Originnaire de la région de Trèves en Allemagne, elle s'est formée dans les laboratoires du musée archéologique de Mayence (*Römisch Germanisches Zentralmuseum*). C'est là qu'elle découvre le matériau exigeant auquel elle consacrera l'essentiel de sa carrière : le verre.

Marylen exerce son métier avec une rigueur, une délicatesse, une ténacité sans pareilles. Elle n'a de cesse de parfaire ses connaissances historiques et techniques, et participe activement aux activités d'associations spécialisées<sup>1</sup>. La validation de ses acquis professionnels lui permet d'obtenir le master de Conservation-restauration de l'université Paris 1-Sorbonne, dans la spécialité verre et céramique.

Parmi toutes les œuvres de sable et de feu – comme elle aimait définir le matériau verre – qui sont passées entre ses mains, parmi les dizaines d'urnes, de flacons, d'ampoules, de gobelets, d'œnochoés ou de balsamares, lesquels citer? Les remontages arachnéens de fragments de vases fins comme des bulles de savon? La délicate irisation antique qu'elle préservait religieusement, les verres médiévaux cristallisés patiemment consolidés, les formes lacunaires les plus acrobatiques remises en connexion?

S'il fallait n'en retenir qu'une, ce serait l'étude qu'elle a consacrée à la technique de fabrication des verres diatrète, à partir des précieux fragments issus des fouilles de Saint-Laurent de

---

<sup>1</sup> AFAV : Association française pour l'archéologie du verre.

Grenoble. Le verre diatrète<sup>2</sup>, stupéfiante dentelle de verre taillé, résume mieux que tous les mots la quête de perfection qui animait Marylen.

Pendant toutes ses années viennoises, elle est restée la même excellente collègue. Avant de partir pour son dernier congé-maladie, elle a tenu à mener à bien, malgré sa fatigue, la restauration d'une céramique gargantuesque attendue pour une exposition à Fréjus. Ce n'est qu'une fois ce dernier tour de force achevé et son établi rangé qu'elle a refermé la porte de l'atelier verre au CREAM.

Engagée dans une lutte qu'elle savait devoir perdre, soucieuse de ne peser en rien sur la vie de ses proches, c'est en ces temps difficiles de confinement que Marylen est partie : seule, avec la dignité, la discrétion, la force morale qui ont toujours été siennes.

Souvenons-nous de son sourire, de ses rires et des musiques qu'elle aimait. Pensons à elle en écoutant Amy Winehouse, Herbie Hancock, Bach, Sting ou Schubert.

---

<sup>2</sup> Les verres diatrètes sont des verres épais à double paroi, où une résille est « sculptée » par évidement de la paroi extérieure. Marylen KAPPES, « Les fragments d'un verre diatrète de Grenoble : éléments technologiques », *Journal of Glass Studies*, Vol. 53 (2011), p. 93-101.

# LES ATELIERS DU MUSÉE DES ANTIQUITÉS NATIONALES. AUX ORIGINES DE LA RESTAURATION EN ARCHÉOLOGIE

CLOTILDE PROUST

L'article reproduit ci-dessous est paru pour la première fois dans le numéro 47 de la revue *Antiquités nationales* (2016-2017), p. 211-222. L'ARAFU remercie chaleureusement la direction de la revue *Antiquités nationales* d'avoir autorisé la publication de ce texte dans le présent Cahier technique.

**Résumé** Le « musée gallo-romain », aujourd'hui musée d'Archéologie nationale (MAN), a été créé sous l'impulsion de l'empereur Napoléon III en 1862. Avec le projet de création du musée s'est imposée la nécessité de le doter d'ateliers de moulage et de restauration. Abel Maître, sculpteur de formation, est le premier chef d'atelier de 1866 à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Rouage indispensable du MAN, il s'est avéré être un véritable précurseur de la restauration des objets archéologiques telle qu'on la conçoit de nos jours. Son successeur, Benoît-Claude Champion, dirige les ateliers durant toute la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle et œuvre à la professionnalisation de cette discipline, à une période où la question de la formation des restaurateurs est au centre des débats.

Les ateliers du MAN témoignent de 150 ans de pratique de la restauration des objets archéologiques. Retracer leur histoire, de leur création jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, nous permet de comprendre comment et pourquoi cette activité s'est affirmée comme une discipline essentielle de la science archéologique.<sup>1</sup>

Le développement de l'activité de restauration des objets archéologiques est intimement lié à celui de l'archéologie, et plus précisément de l'archéologie nationale. Celle-ci trouve ses origines au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, durant le second empire, où l'intérêt pour le sol national se développe. Ces antiquités locales vont s'élever au rang des antiquités classiques durant le XIX<sup>e</sup> siècle<sup>2</sup>. Elles sont porteuses d'une autre idéologie, plus patriotique, symbolisant une certaine continuité de la nation à laquelle on attache beaucoup de respect et une certaine forme de culte célébré plus particulièrement dans les musées et sur certains sites archéologiques comme celui d'Alésia<sup>3</sup>. Le développement de l'archéologie nationale prend de l'ampleur sous le règne de Napoléon III. Fasciné par le personnage de Jules César, il entreprend d'écrire

<sup>1</sup> Cet article reprend le titre de la thèse soutenue par l'auteure le 15 mai 2017. Il présente l'axe central des recherches menées dans le cadre d'un doctorat en archéologie.

<sup>2</sup> Pomian Krzysztof, « Les deux pôles de la curiosité antiquaire », dans *Actes du colloque L'anticomanie, la collection d'antiquités aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles, 9-12 juin 1988, Montpellier-Lattes*, Paris, École des Hautes Études en Sciences sociales, 1992, p. 59-68, p. 59.

<sup>3</sup> *Idem*, p. 65.

l'histoire de cette illustre figure dans le courant des années 1850. Il crée la Commission de Topographie des Gaules (CTG) le 17 juillet 1858<sup>4</sup>, chargée de récolter les données archéologiques dans l'objectif de vérifier sur le terrain ce que décrit la *Guerre des Gaules*.

La méthodologie et les techniques appliquées par la CTG marquent véritablement un tournant dans la pratique de l'archéologie en France. La discipline ne s'appuie désormais plus uniquement sur les sources historiques mais également sur les preuves matérielles issues de fouilles méthodiques. La vérification sur le terrain de la tradition écrite devient une des principales préoccupations des acteurs de l'archéologie. Les nombreuses fouilles pratiquées par la CTG et, surtout, ses correspondants, livrent un très grand nombre de matériel archéologique. La volonté d'offrir à ces antiquités une vitrine impériale amène à la création, en 1862, du Musée gallo-romain, devenu rapidement musée des Antiquités nationales (MAN), situé dans le château de Saint-Germain-en-Laye (**fig. 1**).



**Figure 1** Façade ouest du château de Saint-Germain-en-Laye avant sa restauration, août 1862. Épreuve photographique signée par Marville. MAN, centre des archives ©MAN.

<sup>4</sup> Membres de la commission de la topographie des Gaules : MM. Félicien de Saulcy, Général Casimir Creuly, Joseph-Daniel Guigniaut, Natalis de Wailly, Léon Renier, Alfred Maury, Charles Robert, Antoine-Lucien Général Blondel, Alexandre Bertrand, Anatole de Barthelemy, Adolphe Chéruel, Gustave Rouland, Alfred Jacobs, Edouard Lartet, Amédée Thierry, Colonel Charles-Raymond de Coynard. (Archives nationales, Archives nationales F/17/2906). Je remercie Elie Rafowicz pour ces informations.

Le projet de musée s'accompagne de l'intégration d'un outil indispensable à sa réalisation : des ateliers de moulage et de restauration. C'est au sein de ces ateliers que va émerger la pratique de la restauration archéologique, une nouvelle façon de restaurer les antiquités nationales qui tranche avec la restauration d'art pratiquée à cette époque et notamment au Louvre. Elle va se développer de manière optimale au MAN à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, et prendre le tournant de la professionnalisation durant la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Les différentes étapes de son développement s'illustrent parfaitement à travers le rôle de trois personnages centraux : Auguste Verchère de Reffye, Abel Maître et Benoît-Claude Champion.

## Verchère de Reffye, ou l'émergence de la restauration en archéologie



**Figure 2** Portrait d'Auguste Verchère de Reffye par Émile Robert. MAN, centre des archives © MAN.

Auguste Verchère de Reffye (**fig. 2**) est l'officier d'ordonnance de Napoléon III, nommé le 22 août 1862. Il dirige l'atelier d'Études de l'Empereur situé aux haras de Meudon dans le « clos de Chalais », dans le parc du château de Meudon. Le haras, créé par le duc d'Orléans, fils de Louis-Philippe, en 1820 et fermé en 1850, comptait à l'époque dix écuries, un logement, un grand hangar, et bénéficiait d'un important réservoir d'eau, le grand bassin. En 1861, l'Empereur demande d'effectuer des travaux à cet emplacement afin d'y installer des ouvriers d'artillerie et aménager l'atelier d'Études<sup>5</sup>, dans le but, notamment, de reconstituer et d'expérimenter les machines de guerre romaines (**fig. 3**).

C'est au sein de cet atelier que Verchère de Reffye expérimente les toutes premières restaurations archéologiques sur les armes en fer provenant du site d'Alise-Sainte-Reine. En outre, il est chargé par l'Empereur d'étudier les armes de ce site majeur de la *Guerre des Gaules*.

<sup>5</sup> « C'est à l'été 1861 que Napoléon III semble se souvenir des haras de Meudon. Une lettre du premier Ecuyer, Fleury, au ministre de la Maison de l'Empereur, le Maréchal Vaillant, indique que « l'Empereur désire que l'on installe dans le bâtiment occupé par le cultivateur, quelques ouvriers d'artillerie. Que l'on construise un hangar adossé à ce bâtiment et que l'on élève un mur en pierres sèches au bout du polygone adopté » (Peltier Marie, *Le domaine de Meudon et les Jérôme Bonaparte*, Ed. Les Amis de Meudon, Besançon, 1997, p. 53). Les travaux sont urgents, et une dépense de 15 000 F est autorisée. » (Chew, H., « Les machines de guerre de Verchère de Reffye ». *In Actes du colloque « Napoléon III et l'archéologie. Une politique archéologique nationale sous le Second Empire »*, 2002, p. 211-238).



**Figure 3** Ateliers de Meudon, épreuve photographique, album, vol. 5, p. 288.  
MAN, centre des archives Photo ©RMN-GP (MAN)/Tony Querrec.

Mais l'officier se confronte à une double problématique : comment obtenir les informations techniques et historiques portées par ces antiquités et comment les conserver. En effet, les armes sont en fer et l'épaisseur des couches de corrosion, en déformant le profil des objets, empêche la bonne lecture des données scientifiques. De plus, l'instabilité du matériau occasionne d'importantes pertes de matière pouvant aller jusqu'à la destruction de l'objet.

Afin de résoudre ces difficultés, il se rend à Mayence en 1863 auprès de Ludwig Lindenschmidt dans l'atelier de restauration du Musée romain-germanique. Le conservateur a en effet développé une grande connaissance du matériau et surtout des procédés bien spécifiques permettant non seulement de restaurer le fer, mais surtout d'accéder aux informations archéologiques portées par les objets. De Reffye est très enthousiasmé par cette méthode. Avec l'accord de Lindenschmidt, il publie une description de la méthode dans la *Revue Archéologique* en 1865 : *Procédés pour le nettoyage et la conservation des objets en fer*<sup>6</sup>.

L'article écrit par de Reffye est capital, car il marque un profond changement dans la manière de concevoir et de pratiquer la restauration des antiquités. C'est probablement devant la difficulté que représente la restauration des objets en fer que les principes de la restauration archéologique vont naître et évoluer. Nombreux sont les érudits ou les ouvriers-artisans capables de restaurer les céramiques, voire les objets en tôle chaudronnée, mais rares sont

<sup>6</sup> Verchère de Reffye Auguste, « Procédés pour le nettoyage et la conservation des objets en fer », *Revue archéologique*, nouvelle série, onzième volume, 1865, p. 392-397.

ceux qui se risquent à appréhender le fer, et ceux qui s’y essaient sont quasiment toujours victimes d’insuccès.

Selon de Reffye, le matériau ferreux est fondamental dans le développement des sociétés, son étude est un nouveau champ d’investigation qui doit se développer : [...] la connaissance des instruments en fer d’un peuple nous donnera le secret de sa vie réelle au point de vue pratique; l’étude de l’outillage de ses industries, nous apprendra l’état de ces industries elles-mêmes. C’est un vaste champ, fécond en recherches intéressantes et utiles; une porte nouvelle qui s’ouvre aux historiens. »<sup>7</sup>

La restauration du fer apparaît alors indispensable, l’unique moyen d’accéder à l’ensemble des informations. Auguste Verchère de Reffye crée ainsi ce que l’on nomme communément aujourd’hui la « restauration pour étude », principe fondamental de la restauration archéologique.

Les travaux de restauration des objets provenant des sites fouillés avec les subventions de l’Empereur ont en grande partie été effectués aux haras de Meudon avant 1865. Après cette date, la pratique est progressivement transférée à Saint-Germain, avec l’affectation au MAN de l’ouvrier d’artillerie Plasson le 1<sup>er</sup> avril 1865<sup>8</sup>. Les raisons de ce transfert sont évidentes : avec le projet de création du musée, son inauguration prévue pour 1867, il apparaît indispensable d’effectuer les restaurations des objets sur place. Ainsi commencent à se constituer les ateliers du musée.

## Abel Maître, ou le développement de la chaîne archéologique au musée des Antiquités nationales

Au musée des Antiquités nationales, l’ouvrier d’artillerie Plasson a en charge la restauration des objets en métal, toujours sous la direction de Verchère de Reffye. Cependant, l’activité fondamentale des ateliers du musée ne sera par la restauration mais le moulage des objets archéologiques et des monuments.

Dès la première séance de la Commission consultative, créée pour l’organisation du futur musée, est évoquée la nécessité d’intégrer au musée un atelier de moulage : « Cet atelier pourrait échanger ses produits contre ceux d’autres musées, ou les céder moyennant le remboursement des frais de son travail. S’il résulte quelque bénéfice de cette vente, il serait employé à des recherches archéologiques pour compléter les collections du Musée. »<sup>9</sup>

Cependant, l’atelier de moulage a une autre mission bien plus essentielle en vue de l’inauguration du musée qui doit avoir lieu deux ans seulement après cette première séance. Il va devoir exécuter des moulages pour compléter les collections et remédier à la pénurie des pièces originales, dans le temps très court qui lui est imparti. Verchère de Reffye met en avant les qualités d’Abel Maître (fig. 4), élève d’Antoine-Louis Barye, qui a travaillé au sein des ateliers de moulage du Louvre. L’officier argumente en valorisant les aspects rapides et économiques du travail de moulage effectué par Maître dans son *Atelier de reproduction d’objets d’archéologie établi sous le patronage de l’Empereur*, atelier-prototype développé sur une idée

<sup>7</sup> Verchère de Reffye Auguste, « Les Armes d’Alise », *Revue archéologique*, nouvelle série, dixième volume, 1864, p. 337-349.

<sup>8</sup> Archives du MAN, Journal de Beaune, note n° 140, p. 59.

<sup>9</sup> Archives nationales, 20144782/1, 1<sup>er</sup> avril 1865, rapport de la première séance de la commission consultative, sans doute rédigé par Philibert de Beaune à partir des notes d’Auguste Verchère de Reffye.



**Figure 4** Portrait d'Abel Maître.  
MAN, centre des archives. © MAN.

de Reffye : « Des essais faits dans ce sens ont déjà parfaitement réussi et il n'est plus douteux aujourd'hui que l'on puisse, avec des dépenses relativement minimales, réunir en peu de temps les documents les plus intéressants et les plus authentiques de l'histoire des Gaules, à partir des temps les plus reculés. »<sup>10</sup> Après avoir présenté et chiffré dans ce rapport l'ensemble des travaux de moulage à effectuer en vue de l'inauguration, l'officier d'ordonnance recommande la présence absolument nécessaire d'un atelier à demeure : « Pour exécuter convenablement les différents moulages prévus, [...] il sera nécessaire d'avoir un atelier de moulage au musée de St Germain. »<sup>11</sup>

Un homme s'impose : Paul Abel Benoni Maître. Ce dernier est né le 9 mars 1830 à Paris, dans l'ancien 8<sup>e</sup> arrondissement, fils de Maître Jean, Thomas et de Thibout Marie, Angélique. La famille Maître habitait au 104 rue de Montreuil à Paris<sup>12</sup>. Il fréquente l'école primaire pendant son enfance, puis il devient élève du sculpteur Antoine-Louis Barye, célèbre notamment pour ses sculptures animalières. Nous savons qu'il a servi pendant sept

ans dans la cavalerie<sup>13</sup> sans toutefois pouvoir donner la période exacte. Il travaille aux ateliers de moulage du Louvre, probablement introduit par son maître Barye alors qu'il les dirigeait de 1848 à 1850. Il commence à travailler pour Verchère de Reffye et Alexandre Bertrand à partir de 1861 et intègre le musée des Antiquités nationales en tant que chef des ateliers en novembre 1866. Il est installé au château à côté de l'atelier de restauration. Les plans réalisés par Millet et conservés aux archives du MAN indiquent qu'à la date du 10 mai 1870, ces ateliers se situaient au rez-de-chaussée, à droite en entrant par la porte principale, dans la seconde travée côté rue, ainsi qu'à l'entresol (**fig. 5**).

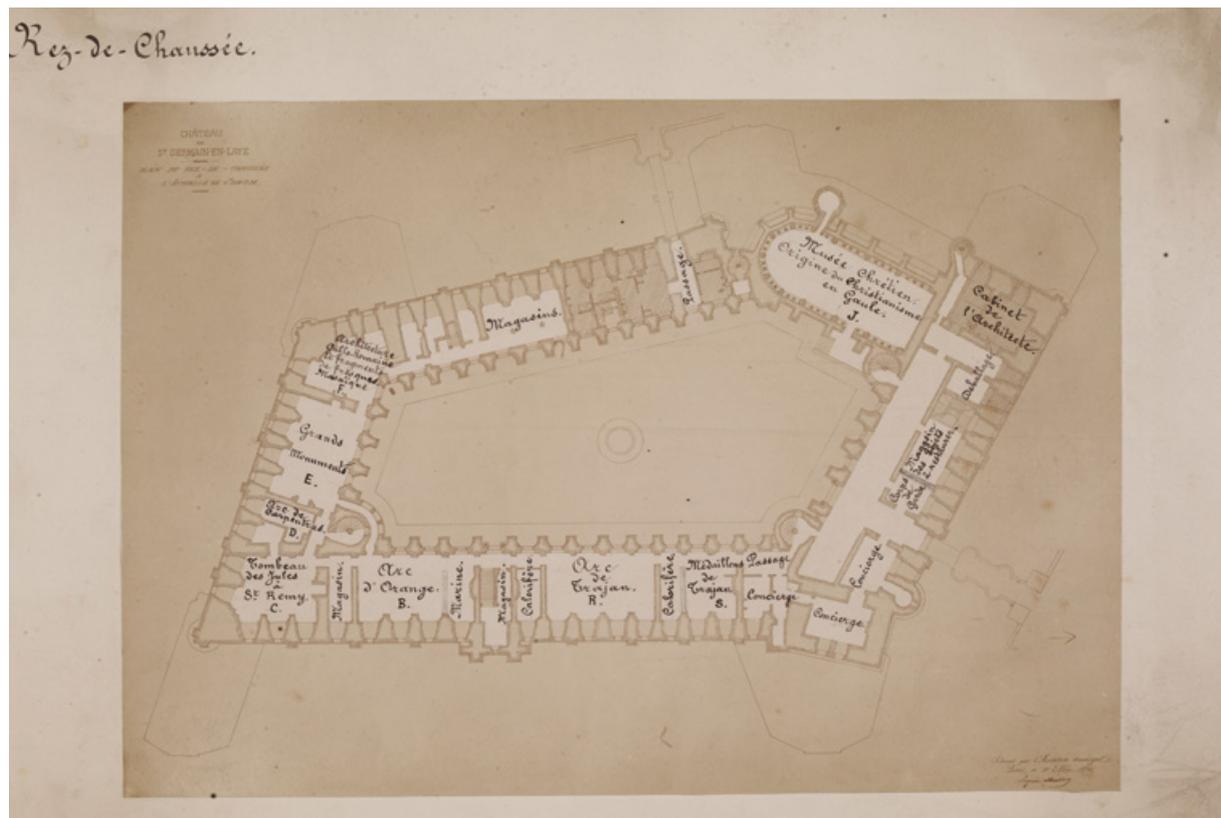
La réalisation de moulages joue un rôle essentiel dans la création du musée, la constitution de ses collections ainsi que la recherche archéologique, comme l'écrit de façon élogieuse Félicien de Saulcy : « On eût été, au Musée de Saint-Germain, dans l'impossibilité de composer,

<sup>10</sup> *Idem.*

<sup>11</sup> *Ibid.*

<sup>12</sup> AN, dossier LH-1700-24, extrait des minutes des actes de naissance, préfecture du département de la Seine.

<sup>13</sup> Reinach, 1899, p. 462.



**Figure 5** Plan du rez-de-chaussée réalisé par Millet, daté du 10 mai 1870.  
MAN, centre des archives. © MAN.

par la seule réunion de monuments originaux, des groupes répondant aux diverses catégories d'études. Chacune des séries dans lesquelles ce musée devait être distribué réclamait, pour être quelque peu complète, des monuments qui y font défaut, et il n'est point un musée en Europe, de quelque petite importance qu'il soit, qui n'eût dû, pour combler ces lacunes, faire des sacrifices impossibles. Or on ne pouvait avoir la prétention d'obtenir la possession réelle de tous ces objets, dont la présence était pourtant aussi indispensable que celle d'un des maillons d'une chaîne que l'on voudrait montrer entière et continue. Il n'y avait donc, pour remédier à cette difficulté, d'autre parti à prendre que de faire mouler, avec toute la précision désirable, les pièces dont la place était marquée dans les séries. C'est ce que l'on a fait, et un artiste hors ligne, M. Abel Maître, a été placé à la tête de l'atelier de moulage du Musée. Grâce à son habileté, tout ce qui n'était pas seulement nécessaire, mais utile pour la constitution des séries, y a figuré avec le mérite de vrais trompe-l'œil. Il n'est plus besoin maintenant de faire de fatigants et coûteux voyages pour aller étudier dans toutes les collections connues, soit publiques, soit particulières, les monuments que l'on ne pouvait espérer de posséder en nature. La mesure qui a été prise permet de dire bien haut du Musée de Saint-Germain, qu'il offre à l'étude des séries d'objets similaires aussi complètes, et, par conséquent, aussi instructives que celles dont les plus exigeants peuvent désirer avoir, d'un seul coup, le facile examen. »<sup>14</sup>

Le moulage est le domaine de prédilection d'Abel Maître qui est très vite reconnu pour son habileté. Parmi les travaux qu'il effectue pour le musée, c'est sans doute la réalisation de

<sup>14</sup> *Journal des Savants*, janvier 1880.

plusieurs moulages de grande envergure, ou moulages « monumentaux », qui ont forgé sa réputation. Citons les deux missions de moulage les plus extraordinaires, celle des parois de l'allée couverte néolithique de Gavrinis (Morbihan), en Bretagne, en 1866, et celle de l'arc d'Orange en 1868. Ces moulages exceptionnels sont exposés dans les salles du musée, un cartel au nom du mouleur est placé au-dessus des reproductions de l'arc (**fig. 6**).



**Figure 6** Détail du moulage de l'Arc d'Orange, bas-relief du côté nord, épreuve photographique. MAN, centre des archives. [La mention « Mission de Mr Abel Maître » est inscrite sous le titre « Arc d'Orange »]. © MAN.

Le travail de terrain a également fait partie des attributions d'Abel Maître tout au long de sa carrière au musée. Il se concentre particulièrement vers les années 1870, et notamment entre 1872 et 1873; Maître est envoyé par Alexandre Bertrand dans divers endroits de France pour faire des fouilles, des relevés de terrain et des acquisitions pour le compte du musée. La plupart de ses fouilles, très méthodiques, ont fait l'objet d'un rapport publié dans la *Revue archéologique* par Alexandre Bertrand. Son intervention sur le site de Magny-Lambert en témoigne. Il a été chargé de fouiller quatre *tumuli* dans cette région : le *tumulus* dit de la *Vie de Bagneux*, le *tumulus* dit *Monceau-Laurent* (le plus important), le *tumulus* dit de la *Combe-Bernard*, le *tumulus* dit de la *Combe à la Boiteuse*. Il a rédigé ce qui semble être son premier rapport, publié en 1873 dans les *Mémoires de la Société des antiquaires de France* dans un article d'Alexandre Bertrand<sup>15</sup>.

Ce rapport est centré sur son travail de terrain : l'observation des différentes couches, la description des sédiments, les dimensions des structures, l'apparition des premiers objets dans

<sup>15</sup> Bertrand Alexandre, *Mémoires de la Société des antiquaires de France*, série 4, 1873.

le remplissage des couches. Ses descriptions des sépultures sont très précises et accompagnées de dessins et de relevés. Il détaille l'emplacement du squelette et des objets mais aussi leur état de conservation, leur position relative, leurs particularités (présence d'anciennes réparations, présence d'empreintes de tissus). Tous les objets ont été restaurés et dessinés dans les moindres détails par Abel Maître, ce qui représente un travail de grande ampleur. À travers ce rapport, nous avons la démonstration d'un suivi complet de la fouille au musée de l'ensemble du mobilier découvert sur un même site par une seule et même personne.

Les restaurations d'objets pratiquées par Abel Maître ont été nombreuses mais les sources d'information sur ses méthodes sont extrêmement ténues. Contrairement au moulage, elles ont été peu mises en valeur, et la recherche dans les archives et les périodiques de quelques mentions sur la pratique de la restauration est très décevante.

En tant que mouleur, il aurait été logique que Maître s'attache particulièrement à la restauration des céramiques, qui nécessitent notamment des prises d'empreintes et l'utilisation quasi systématique du plâtre. Mais il s'avère que les céramiques étaient plutôt restaurées par son contre-maître Bernard; c'est en réalité dans la restauration du métal que le chef d'atelier s'est spécialisé. Son intérêt pour le métal vient peut-être de ses liens étroits avec de Reffye qui, rappelons-le, avait appris la technique de restauration du fer auprès de Lindenschmidt et lui a sans doute transmise.

Il semblerait que les ateliers du MAN soient devenus ainsi une référence en la matière. Citons, par exemple, Frédéric Moreau (1798-1898), qui crée un atelier de restauration à La Fère-en-Tardenois (Aisne, Picardie) dans les années 1870 et qui appliquait, pour la restauration des armes en fer, « le système en usage dans les ateliers de Saint-Germain »<sup>16</sup>. Le musée reçoit des demandes régulières d'informations sur les pratiques de l'atelier. À titre d'exemple, le registre sur les échanges de moulages entre scientifiques et institutions liste une dizaine de diffusions de l'article de Verchère de Reffye sur les procédés de conservation du fer, en France, en Italie et en Belgique<sup>17</sup>. Cette notoriété dépasse ainsi les frontières, des collaborateurs et scientifiques européens demandent conseil auprès du musée pour la conservation du fer, et notamment des archéologues italiens, par l'intermédiaire de Gabriel de Mortillet, géologue et préhistorien, attaché à la conservation au MAN. La correspondance conservée au musée évoque le comte de Conestabile à Pérouse, mais également Gaetano Chierici, directeur du musée de Reggio dell'Emilia, ou encore Pompeo Castelfranco qui faisait ce constat sur les objets en fer du musée de Brera à Milan : « Ils fleurissent et tombent en miettes »<sup>18</sup>.

<sup>16</sup> Moreau Frédéric, « Sépultures gauloises, gallo-romaines et mérovingiennes de la Villa d'Ancy », in : *Extrait du journal des fouilles*, album Caranda, troisième partie, Saint Quentin, 1887, p. 47-51 p. 47.

<sup>17</sup> Archives du MAN, registre « échanges et moulages » :

n° 64, 14 décembre 1871, envoyé par l'entremise de M. de Barthélémy, Le Men, à Quimper. Reçu en échange : n° 17 763.

n° 76, 13 février 1872, remis à M. Vénét (Vinet?) par la voie de M. Charraing (?). remis à M. Charraing, Musée du Puy et société académique.

n° 102, Expédié par la poste le 24 juillet 1873, Monsieur le Comte Conestabile, professeur à Pérouse, Italie.

n° 126, Par la poste, 6 août 1874, Terninck (Tevninck?) A. à Boisbernard (Pas-de-Calais).

n° 158, expédié par la poste le 22 avril 1876, Chierici Gaetano, Directeur du musée de Reggio, Émilie.

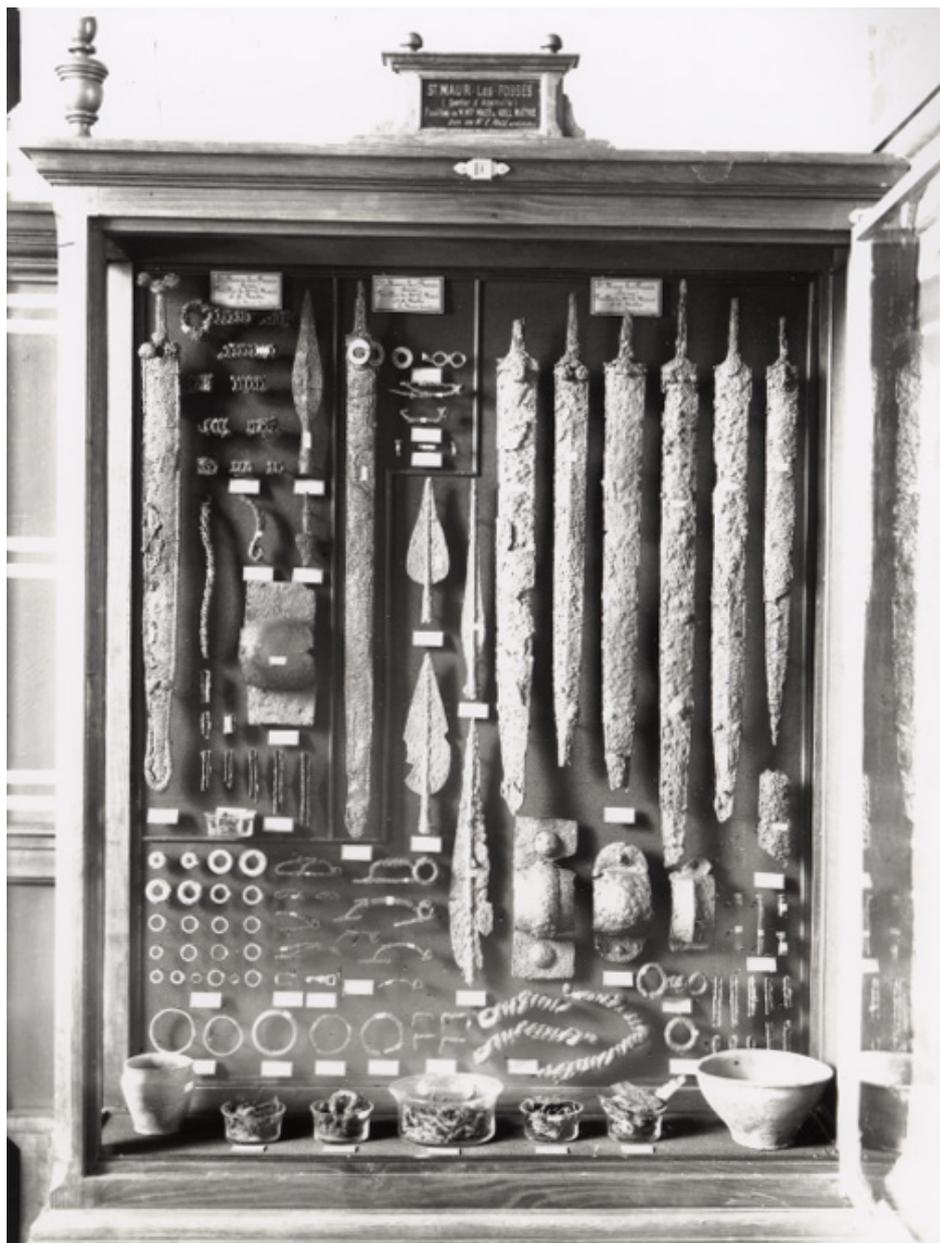
n° 159, expédié par la poste le 2 mai 1876, Chatellier (P. du), château de Kernus (sic Kernuz), Pont-Labbé (sic), Finistère.

n° 192, Remis en personne au Musée, 26 octobre 1877, Van Dessel Camille, Musée de Bruxelles.

n° 193, Envoyé par la poste octobre 1877, Caraven-Cachin Alfred, rue Cachin, Castre, Tarn.

<sup>18</sup> Archives du MAN, correspondance Castelfranco, lettre à Alexandre Bertrand, 17 août 1886.

On constate que la plupart des restaurations majeures d'Abel Maître concernent des objets de l'époque gauloise (fig. 7). Ceci se comprend aisément dans la mesure où l'archéologie gauloise s'est révélée en cette seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle et que les fouilles de sites gaulois se sont multipliées. À travers la restauration du métal, c'est dans la restauration des objets d'époque gauloise qu'Abel Maître s'est avéré un partenaire indispensable pour la recherche archéologique. Il a, par exemple, restauré et moulé le célèbre ensemble funéraire de la Gorge-Meillet, entré au musée en 1879, dans le but d'en faire une présentation muséographique identique à la découverte (fig. 8). Ainsi, en cette période de fouilles abondantes dans la région de la Marne, riche en sites gaulois, Abel Maître est un interlocuteur privilégié, voire un véritable



**Figure 7** Nécropole de Saint-Maur-les-Fossés, musée des Antiquités nationales, deuxième étage, salle VII (deuxième âge du Fer, époque de la Marne ou de La Tène), détail de la vitrine 1. L'étiquette de la vitrine indique : « St Maur Les Fossés, quartier d'Adamville, Fouilles de M. Mrs. Macé et Abel Maître, Don de Monsieur Macé. Architecte ». Tirage d'après plaque de verre, cliché 1225. MAN, centre des archives. © MAN.

spécialiste de la période. Les nombreuses découvertes de la Marne passent entre ses mains facilitant ainsi leur étude, notamment grâce à son expérience des matériaux et des assemblages. Les restaurations qu'il effectue permettent de retrouver les ensembles par le remontage cohérent des fragments, de les manipuler par la consolidation de la matière et de les lire par le juste nettoyage des surfaces.

Véritable vivier de l'archéologie en cette fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le MAN permet de prendre en charge les objets les plus intéressants et les plus fragiles, depuis leur milieu d'enfouissement jusqu'à la vitrine. C'est cette chaîne archéologique qui est mise en évidence à travers l'intense activité du chef d'atelier Abel Maître. Cette période au musée de Saint-Germain-en-Laye représente l'âge d'or de la pratique de la restauration archéologique où la discipline prend tout son sens : elle est au service de la science archéologique par l'étude du mobilier, et assure son objectif de transmission du message historique et culturel de l'objet par sa présentation au public dans les salles du musée.



**Figure 8** Reconstitution de la tombe à char de la Gorge Meillet, musée des Antiquités nationales, deuxième étage, salle IX (sépultures gauloises de la Marne), détail de la vitrine 1, tirage d'après plaque de verre, cliché CF288bis. MAN, centre des archives. © MAN.

## Benoît-Claude Champion, ou l'évolution de la discipline au XX<sup>e</sup> siècle

Abel Maître part en retraite en 1896 et est remplacé à la tête des ateliers par Benoît-Claude Champion. Ce dernier est né le 26 mai 1863 à Sevrey en Saône-et-Loire, de Claude Champion, garde particulier, et Constance Baillet, sans profession, domiciliés à Saint-Romain (Côte-d'Or).

Il est élève de l'atelier Falguière à l'École nationale des Beaux-Arts de Paris. Lorsqu'il intègre le musée, les ateliers se trouvent encore dans le dernier pavillon Mansard du château mais, sa destruction étant proche, ils vont être transférés au 2 rue Thiers en 1898 (**fig. 9**).



**Figure 9** Vue des bâtiments des ateliers et du logement de Champion. Des copies de médaillons de l'arc de Constantin sont visibles sur la façade. Carte postale datée vers 1910. © AD 78.

Benoît-Claude Champion (**fig. 10**) porte le titre de « chef technique des ateliers ». Le terme « technique » a soudainement été rajouté et est tout à fait significatif, il témoigne d'une nette différence de traitement par rapport à son prédécesseur. Champion est considéré avant tout comme un technicien, il ne fait pas partie des scientifiques. De plus, sa rémunération est bien moindre : 3200 F contre 4800 F pour Abel Maître. Elle n'augmentera que très peu, l'administration considérant déjà que, pour un « ouvrier », c'est un excellent salaire. Si l'arrivée de Maître au MAN était liée à un enjeu politique important, celui de l'inauguration du musée, l'arrivée de Champion est une volonté d'Alexandre Bertrand de faire perdurer ces ateliers pour maintenir le bon fonctionnement d'un musée qui a du mal à s'imposer sous la direction générale des Beaux-Arts à laquelle il est désormais rattaché.

Mais alors que le duo Bertrand-Maître, fondé sur la confiance, générait beaucoup d'émulation, les relations vont être tendues entre Salomon Reinach, qui succède à Alexandre Bertrand en 1902<sup>19</sup>, et Benoît-Claude Champion. Henri Hubert (1872-1927), entré en 1898 au musée des Antiquités Nationales comme attaché libre, puis promu conservateur-adjoint, va être l'intermédiaire entre les deux personnalités, prenant systématiquement la défense du chef d'atelier et des ouvriers. La correspondance d'Hubert et de Reinach conservée aux archives du MAN témoigne de cette situation<sup>20</sup>. D'après Hubert, il semblerait que Reinach n'ait que peu

<sup>19</sup> Reinach est entré à Saint-Germain en tant qu'attaché en 1886, avant d'être nommé conservateur adjoint en 1893.

<sup>20</sup> Archives du MAN, fonds Hubert.



**Figure 10** Salle Henri-Martin avec Champion, un gardien et le personnel des ateliers. Il s'agit de la seule photographie connue à ce jour de Benoît-Claude Champion. Épreuve photographique, Album noir 24A Seine-et-Oise, planche 7. MAN, centre des archives © MAN.

de considération pour Champion et le traite de manière peu courtoise : « Il a tout d'abord celle de vous être absolument dévoué. Cela vous permet de le traiter quelquefois d'une façon qu'un ouvrier ne supporterait pas. C'est un avantage. Gardez-vous bien de lui rendre sa tâche plus difficile en le déconsidérant [...] »<sup>21</sup>

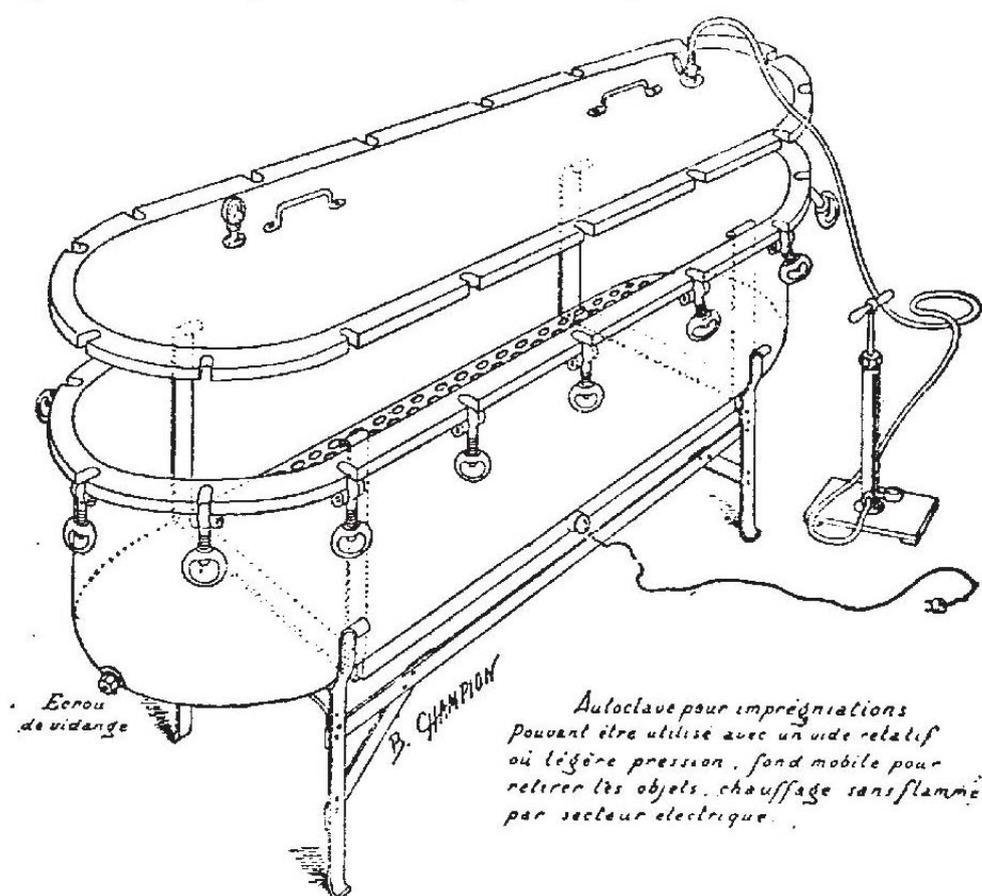
Reinach a pourtant conscience des grandes qualités techniques et d'expertise de Champion; il lui confie une importante étude pour son catalogue d'exposition, celle des outils en fer (majoritairement gallo-romains) du musée de Saint-Germain. Celle-ci est publiée en trente-cinq pages dans la *Revue archéologique* en 1916; elle représente un travail considérable, dans lequel Champion montre toute sa connaissance technique et technologique de l'outillage. Reinach en fait largement l'éloge : « La plupart de ces outils avaient passé (*sic*) sous les yeux d'Abel Maître, directeur des ateliers du Musée de 1867 à 1896, qui en indiqua la désignation en vue de l'inscription sur le registre d'entrée; mais toute cette nomenclature était à reprendre à loisir, par un technicien expérimenté. [...] j'ai prié M. Champion, directeur des ateliers, de les examiner avec soin. Non seulement il a procédé à cette étude avec la conscience et la compétence qu'on lui connaît, mais il a classé et dessiné au trait tous les types d'outils, en précisant leur emploi. [...] je veux être le premier à féliciter M. Champion de l'achèvement d'une tâche difficile devant laquelle les archéologues professionnels auraient reculé.<sup>22</sup> »

Benoît-Claude Champion s'inscrit dans la continuité de son prédécesseur par le développement des activités de moulage et de restauration, mais n'effectue pas de missions de terrain

<sup>21</sup> *Idem.*

<sup>22</sup> Reinach Salomon, « Outils en fer du musée de Saint-Germain », *Revue archéologique*, cinquième série, tome III, janvier-février 1916, p. 211-212.

comme le fit Abel Maître. Il développe une importante connaissance des matériaux en ce début du <sup>xx</sup>e siècle où l'archéologie préhistorique prend beaucoup d'ampleur. La quasi-totalité des objets de l'art et de l'industrie paléolithique entrant au musée à cette période passe par les ateliers et donc par les mains du chef d'atelier. En effet, ils devaient être « immédiatement traités en vue d'assurer, non seulement leur restauration, mais surtout leur conservation<sup>23</sup> ». Champion acquiert ainsi un savoir-faire pour la conservation des objets paléolithiques, pour laquelle il met au point un procédé de conservation très performant basé sur la consolidation à cœur des ivoires et des objets en os. Pour réaliser cette intervention, il élabore un système de cuve pour bains d'imprégnation sous vide (**fig. 11**). Il préconise pour cette opération la cire d'abeille à 5 ou 10 % dans l'essence de térébenthine, à 35-45 °C.



**Figure 11** Cuve d'imprégnation utilisée aux ateliers et réalisée par Champion, dessin de Champion tiré de *Mouséion*, N° 16, p. 44.

Le chef d'atelier va également innover dans les techniques de moulage des objets préhistoriques. Afin de faciliter l'étude des nombreuses gravures présentes sur les objets en matière osseuse, il pratique un moulage à la gélatine qu'il développe sur un plan horizontal (**fig. 12**). Ce système du déroulé est révolutionnaire, Salomon Reinach en fait l'éloge dans un article paru dans la revue mensuelle *Musées et monuments de France* en 1906<sup>24</sup>. On y apprend que les

<sup>23</sup> Archives du MAN, carton « ateliers », rapport de Raymond Lantier à Monsieur le directeur des Musées nationaux et de l'École du Louvre sur l'atelier du musée des antiquités nationales, 19 décembre 1941, 7 pages.

<sup>24</sup> Reinach Salomon, « Gravures de l'âge du Renne. À propos d'une série de moulages développés du Musée de Saint-Germain », *Musées et Monuments de France*, première année, n° 5, 1906, p. 67-70.



**Figure 12** Moulage et développé en galvanoplastie du bâton de Teyjat (grotte de la Mairie, n° MAN52416) conservé au musée d'Archéologie nationale. © MAN/Clotilde Proust.

développés de toutes les gravures de l'âge du Renne, exceptées celles de la collection Piette, sont exposés dans la salle n° 1 du musée. Dans cet article on peut admirer une planche de vingt et un moulages déroulés effectués par Champion, essentiellement des chevaux et des rennes. Ce procédé, dont Reinach s'attribue l'idée, est défini de la façon suivante : « Procédé de développement des gravures paléolithiques des objets d'art pouvant donner une épreuve plane et lisible d'objets ayant des formes cylindriques irrégulières, permettant l'étude pour le dessin et les publications.<sup>25</sup> »

Champion a beaucoup contribué à diversifier les techniques de moulage des objets archéologiques, comme l'explique un rapport non daté intitulé « Améliorations et inventions créées par le chef technique »<sup>26</sup>. Parmi les travaux de grande envergure, citons le développement de toute la frise hélicoïdale de la colonne Trajane sur une surface plane et sur une ligne horizontale sans aucune déformation de perspective, dont un exemple était accroché sur les murs de l'atelier. Dans un souci de pérennisation des creux, et dans le but d'éviter de multiplier les prises d'empreinte sur des objets fragiles, Champion pratique le moulage en positif à partir de la galvanoplastie de l'objet, permettant « d'obtenir des épreuves types ou des moules métalliques pouvant servir indéfiniment à faire des épreuves des objets d'art paléolithiques très délicats et précieux parce qu'ils sont des pièces uniques qui ne peuvent supporter les fatigues du moulage qu'une seule fois avec toutes sortes de soins et en courant les risques d'une destruction qu'il faut éviter à tout prix. »<sup>27</sup>

<sup>25</sup> Archives du MAN, carton « ateliers », note attribuée à Champion.

<sup>26</sup> Archives du MAN, carton « ateliers ».

<sup>27</sup> Archives du MAN, carton « ateliers », note attribuée à Champion.

Après trente ans de service au MAN dans le domaine de la conservation et de la restauration, une certaine reconnaissance de Champion en tant qu'expert lui permet de jouer un rôle important dans le développement de la profession. Deux exemples illustrent bien ce rôle. Le premier concerne l'organisation du premier laboratoire d'essais et d'identification des œuvres rattaché au Louvre : une commission d'organisation de quatorze membres est instituée le 20 mars 1930, pour un an. Chargée de valider le projet de laboratoire de Recherche scientifique attaché aux Musées nationaux (LRSMN)<sup>28</sup>, elle est majoritairement constituée de restaurateurs, au nombre de six, et de seulement quatre scientifiques; trois conservateurs et un historien sont également conviés. On retrouve alors les restaurateurs les plus connus et reconnus de l'époque : Léon André (de la Maison André, fils d'Alfred André), E. Bouet, restaurateur d'objets d'art, Benoît-Claude Champion, chef technique de l'atelier du musée de Saint-Germain-en-Laye, Jean-Gabriel Goulinat, restaurateur de tableaux travaillant pour le Louvre, Jacques Maroger, restaurateur de peinture, P. Vignat, restaurateur d'objets d'art. Le second exemple concerne la conférence de Rome de 1930, première conférence internationale organisée par l'Office international des musées (OIM), et qui représente une avancée majeure dans le développement de l'étude et de la restauration des œuvres d'art et des antiquités. Entre juin et août 1930 se constitue une délégation de treize experts pour représenter la France à la conférence de Rome organisée par l'OIM du 13 au 17 octobre de la même année. Elle est constituée de trois historiens (A. Blum, H. Focillon, H. Nocq), cinq conservateurs (R. Escholier, F. Guey, J. Guiffrey, F. Mercier, G-H. Rivière), trois scientifiques (J.-F. Cellerier, A. Féodorovsky, M. Nicolle) et deux restaurateurs, Jean-Gabriel Goulinat et Benoît-Claude Champion. Ce dernier va présenter son travail sur la conservation des objets paléolithiques, relayé par une publication dans la revue *Mouséion*<sup>29</sup>.

Malgré ce formidable développement des savoir-faire et expertises par le chef des ateliers du MAN, celui-ci reste cependant cantonné à un rôle technique au service du château. Le travail d'installation des collections devient l'activité essentielle des ateliers, avec l'entretien des vitrines (ferronnerie, serrurerie, menuiserie). Selon Reinach<sup>30</sup>, « Tout objet doit être monté, c'est-à-dire pourvu d'un socle, placé sur une paroi au moyen de corbeaux, fixé dans une vitrine par des pinces en cuivre, etc. Les objets de vitrine doivent être pourvus d'étiquettes, également montées sur cuivre au-devant de l'objet. Tous les objets, petits ou grands, doivent être pourvus du n° du registre d'entrée [...] par l'inscription du n° en très petits caractères sur l'objet lui-même, au moyen d'une composition indélébile colorée en jaune ou en rouge. Cette inscription de chiffres sur les objets d'une collection comme celle de Piette – au nombre de 6000 – représente un travail énorme, mais indispensable. Le musée de Saint-Germain est, à cet égard, un modèle, malheureusement peu suivi. »

Dès 1913, l'administration cherche à diminuer les effectifs des ateliers voire à les supprimer totalement. À partir de cette date, le musée va devoir très régulièrement justifier leur nécessaire maintien au sein de l'institution, répondre de leur activité, de leur coût ou rentabilité. Les problèmes financiers sont au cœur des échanges de correspondance. En conséquence, les ouvriers doivent désormais être payés à l'heure et non plus à la pièce<sup>31</sup>. Le MAN bénéficie

<sup>28</sup> Archives du Louvre, PL2, 16 juin 1930, d'après Leveau Pierre, *L'institution de la conservation du patrimoine culturel dans l'entre-deux-guerres*, OCIM, Paris, 2017, 406 p., p. 180.

<sup>29</sup> Champion Benoît-Claude, « Identification et conservation des objets préhistoriques », *Mouséion*, cinquième année, volume 16, n° IV, 1931, p. 35-48.

<sup>30</sup> Archives du MAN, carton « ateliers », vers 1917, Reinach, *Note sur l'atelier du musée de St-Germain*.

<sup>31</sup> Archives du MAN, correspondance Hubert, lettre du 7 octobre 1912.

maintenant d'heures supplémentaires qu'il peut utiliser pour payer des ouvriers, mais les paiements posent toujours des problèmes avec le secrétariat du Louvre. Champion ne semble pas être apprécié de l'administration, en tout cas de la personne qui s'occupe des affaires du MAN, sans doute est-ce parce qu'il n'a cessé de réclamer de l'argent et des augmentations pour ses ouvriers. La situation des ateliers ne va pas s'arranger dans les années suivantes.

À la fin de l'année 1941, Raymond Lantier, directeur du MAN, rédige un rapport de sept pages sur le fonctionnement des ateliers et l'importance de les maintenir pour la survie du musée. Ce document est assez similaire à celui écrit vingt-cinq ans plus tôt par Salomon Reinach. Lantier retrace ainsi un bref historique des ateliers; il rappelle qu'ils ont servi de modèle pour les musées étrangers qui y ont envoyé de jeunes ouvriers pour se former. On apprend dans ce rapport qu'en 1930 les « dépenses-traitements » de l'atelier étaient encore de 66 017 francs; elles tombent en 1935 à 20 267 francs. Le musée est désormais obligé de sous-traiter à des entreprises privées un certain nombre de travaux comme la fabrication des vitrines. Lantier rappelle qu'il est impossible de sous-traiter la restauration des objets, aucune personne n'est suffisamment qualifiée pour intervenir, par exemple, sur les fragiles objets pré-historiques. Après une complète démonstration, le conservateur propose un nouveau projet pour les ateliers, avec restitution de son personnel.

Les compressions budgétaires vont conditionner directement le bon fonctionnement du musée. L'atelier, rouage indispensable, effectuait tous les travaux de conservation, de restauration, d'installation, d'emballage mais aussi de maintenance (menuiserie, électricité, serrurerie). Les efforts pour maintenir les effectifs des ateliers restent vains. Lorsque Champion est obligé de quitter ses fonctions pour des raisons de santé, il est impossible de retrouver un spécialiste pour un traitement aussi faible. La décision est prise de transférer le poste aux ateliers du Louvre. Désormais, le musée doit s'adresser à des restaurateurs privés pour effectuer les indispensables traitements sur les nouvelles collections<sup>32</sup>.

Avec le départ de Benoît-Claude Champion se termine « l'ère des ateliers » au musée des Antiquités nationales. Les objets archéologiques du musée vont être confiés pour restauration au nouveau laboratoire de recherches archéologiques créé au début des années cinquante et rattaché au Musée historique lorrain à Nancy. Dirigé par Albert France-Lanord, il servira de modèle à la renaissance d'un service de conservation-restauration au MAN, au milieu des années soixante. On ne parlera alors plus d'atelier, mais de laboratoire.

L'ère des ateliers, qui s'étend sur presque un siècle, nous offre un précieux témoignage de l'évolution du statut de la conservation-restauration dans le domaine muséal et de son rapport avec la science archéologique. La restauration des antiquités, à l'origine très artistique, a développé au MAN et grâce à Abel Maître un axe scientifique par le souci permanent de la recherche d'informations dans la matérialité des objets. Elle y est devenue une véritable science appliquée, exerçant dans un cadre optimal en cette fin du XIX<sup>e</sup> siècle grâce à une chaîne archéologique continue, de la fouille au musée. Mais cette chaîne va perdre de sa continuité alors même que l'activité du restaurateur va évoluer vers sa professionnalisation. C'est à l'aube du XX<sup>e</sup> siècle, alors que Salomon Reinach est à la direction du MAN et que le

<sup>32</sup> AMN, série G2, 24 janvier 1948, d'après Torres-Valda Aurélie, *L'émergence de la conservation et de la restauration en archéologie en France. La création et le développement du laboratoire de conservation-restauration du Musée des Antiquités Nationales*, mémoire de Maîtrise, en Archéologie, Paris, université Paris 1-Panthéon-Sorbonne, 2002, 82 p.

nouveau chef d'atelier Benoît-Claude Champion prend ses fonctions, que le changement est palpable. Plus précisément, c'est la dichotomie tête-main qui va, de manière presque caricaturale, prédominer dans les relations entre l'archéologue et le restaurateur. Dès lors, le restaurateur est cantonné à un travail technique, Champion a des difficultés à sortir du rôle de prestataire, sa sagacité n'est pas prise en compte comme son prédécesseur, malgré sa très grande connaissance des matériaux et des objets.

Cette situation va subir de nombreux atermoiements mais va globalement perdurer, posant un cadre rigide à la définition de la profession. Aujourd'hui encore, l'implication du restaurateur dans la recherche archéologique reste toujours en marge. La définition statutaire du métier de restaurateur est organiquement liée aux institutions muséales et le limite à un rôle technico-artistique. En 2017, le restaurateur est toujours un « chargé de travaux d'art », exerçant un métier essentiellement manuel et travaillant dans un atelier<sup>33</sup>. Pourtant, l'apport scientifique de la restauration dans le domaine de l'archéologie n'est plus à démontrer, il apparaît aujourd'hui nécessaire de permettre à la profession d'obtenir un cadre d'emploi qui corresponde davantage à l'ensemble de ses compétences, afin de sortir du carcan historique et culturel qui limite le restaurateur dans son action. Ainsi la profession doit-elle encore muter, notamment par le biais de sa formation initiale, en saisissant l'opportunité de s'affranchir de la dichotomie tête-main, en promouvant la science appliquée et en se rapprochant de l'archéologie telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui.

### L'auteur

**Clotilde Proust** Conservatrice-restauratrice d'objets archéologiques, [clotildeproust@yahoo.fr](mailto:clotildeproust@yahoo.fr)

<sup>33</sup> Répertoire interministériel des métiers de l'État, fiche « chargé(e) de travaux d'art », emploi référence FP2CULO5, édition 2017.

# EXEMPLES D'ÉTUDES ET DE RESTAURATIONS D'OBJETS EN BRONZE ISSUS DE COLLECTIONS ANCIENNES RÉALISÉES AU CENTRE DE RECHERCHE ET DE RESTAURATION DES MUSÉES DE FRANCE (C2RMF) : PRÉSENTATION DE DEUX CAS DU MUSÉE DU LOUVRE

MANUEL LEROUX

**Résumé** Les œuvres archéologiques en métal de collections anciennes ont souvent fait l'objet de plusieurs phases de restauration, rarement documentées. Toutefois ces œuvres peuvent encore conserver des informations archéologiques jusqu'à présent non détectées, faute de moyens scientifiques. À travers les exemples d'une statuette d'Isis-Aphrodite et d'une gourde villanovienne du musée du Louvre, nous verrons comment le C2RMF s'attache à profiter du moment privilégié de la restauration pour découvrir ces informations archéologiques et contribuer à une meilleure connaissance de l'histoire matérielle des objets de collections anciennes. Nous verrons enfin comment des compromis ont pu être proposés dans les choix de la dérestauration/restauration des œuvres.

Le musée du Louvre possède de nombreux objets archéologiques en métal issus de collections anciennes. Souvent exceptionnels, ils ont pour la plupart été découverts hors de France, au XVIII<sup>e</sup>, XIX<sup>e</sup> et début du XX<sup>e</sup> siècle. Ces objets ont généralement été restaurés à plusieurs reprises et posent au conservateur et au restaurateur des problèmes particuliers :

- leur information archéologique est limitée (provenance et contexte archéologique peu ou pas documentés);
- leur histoire matérielle est partiellement connue (par exemple, les anciennes restaurations ne sont souvent pas documentées);
- leur état de conservation demande parfois à être optimisé (les matériaux de restauration sont vieillissants et fragiles, les supports internes ou externes sont inadaptés, etc.);
- enfin, la lecture de l'œuvre et de ses restaurations peut être améliorée.

Lors d'opérations de dérestauration et de nouvelles restaurations, le département Restauration du C2RMF dispose, avec l'appui du département Recherche et du département des Archives et des nouvelles technologies de l'information, de moyens d'examen, d'analyse et de recherche documentaire, pour élargir la connaissance des œuvres issues de collections anciennes et contribuer à la reconstitution de leur histoire matérielle.

La présentation des deux cas suivants illustre en partie les nombreuses opérations de ce type, menées entre atelier et laboratoire.

## L'Isis-Aphrodite (E21601)

L'Isis-Aphrodite (E21601) a été traitée au C2RMF pour être présentée dans les salles Orient méditerranéen dans l'Empire romain (OMER) du musée du Louvre. L'intervention a été commanditée et suivie par Florence Gombert, conservateur en chef au département des Antiquités égyptiennes (DAE) du musée du Louvre.

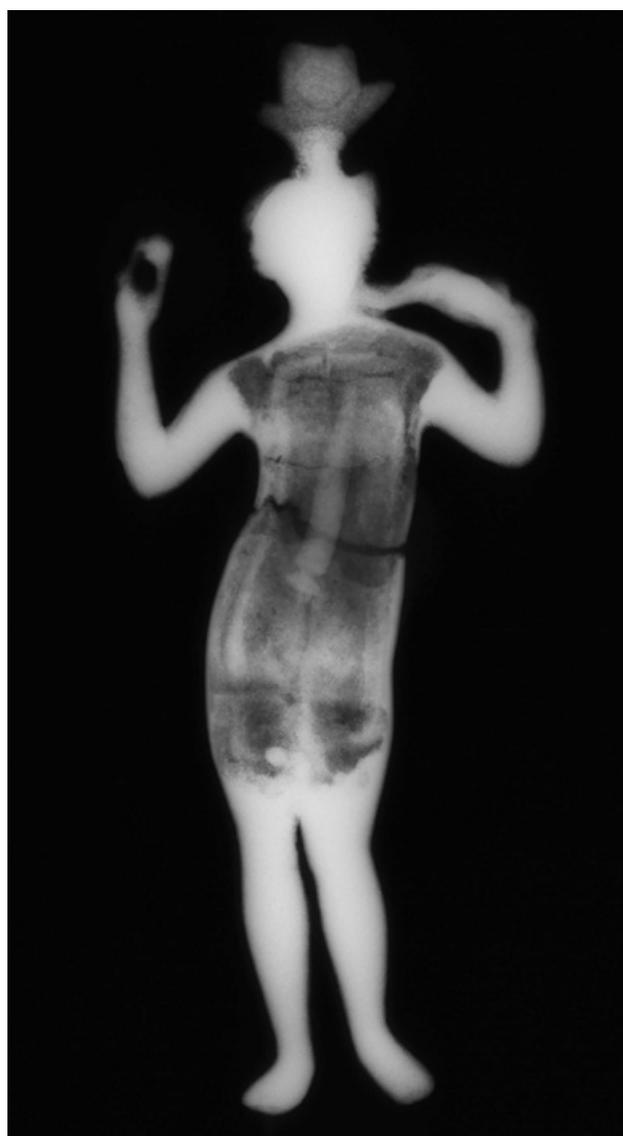
La statuette, d'une hauteur hors socle de 16,1 cm, est un exemple du caractère synchrétique des divinités d'Égypte romaine. Ainsi, la gracieuse Vénus-Aphrodite anadyomène « surgit des eaux » en arborant la coiffe hathorique (fig. 1). Le contexte de sa découverte est malheureusement inconnu (Burkhalter, 1990).



Figure 1 L'Isis-Aphrodite avant intervention. © A. Chauvet / C2RMF.

Une première constatation montre l'état lacunaire du corps de la statuette et la présence d'une fissure au dos, trahissant un vieillissement du matériau de comblement. Une couche noirâtre a été appliquée sur la totalité de la surface et a rendu peu lisibles certains détails du visage et de la coiffe. Un goujon moderne, peu rassurant, avait été inséré sous le pied droit pour une fixation sur un ancien socle. L'observation systématique sous lampe à rayonnement

ultra-violet<sup>1</sup> (UV) permet de localiser et d'aider à l'identification de certains matériaux de restauration ancienne. Typiquement, la fluorescence orange observée à l'intérieur de la fissure du dos indique la présence de gomme laque comme matériau de comblement. Certains polymères synthétiques apparaissent en bleu ciel sous rayonnement UV, comme le film de Paraloid® probablement, appliqué au revers pour un marquage moderne. La radiographie (fig. 2) a permis d'identifier la technique de fabrication de la statuette. Le procédé de fonte à la cire perdue montée sur noyau a été choisi. La tête et les membres sont pleins, contrairement au corps, dont les parois, extrêmement fines et fragiles, ont été fracturées. Un goujon de restauration, en forme de « carotte inversée », est clairement visible dans l'axe du corps. L'identification du métal a été réalisée par fluorescence X portable<sup>2</sup> sur une surface métallique relativement propre, située sous le pied droit. Un bronze ternaire (cuivre / plomb / étain), avec un taux de plomb élevé, a été utilisé.

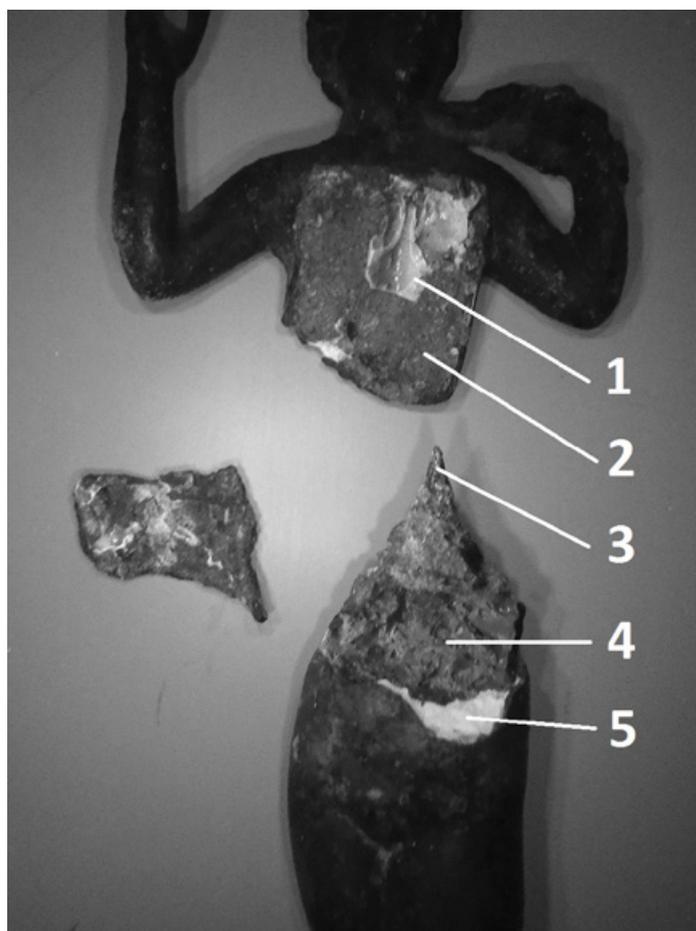


**Figure 2** Radiographie de l'*Isis-Aphrodite* avant intervention. © J. Marsac / C2RMF.

<sup>1</sup> Éclairage UV sur pied Philips® PACIFIC avec 2 tubes Mazda® Fluor; lumière noire o8 TFWN; 36W (A. Chauvet, M. Leroux).

<sup>2</sup> Fluorescence X portable Niton XL3t de Thermo Scientific® (M. Leroux).

Le démontage a été réalisé mécaniquement. Il a permis de comprendre la restauration précédente (fig. 3). Le goujon en alliage cuivreux, visible à la radiographie, a été fixé à l'aide d'une résine synthétique pour relier les parties supérieure et inférieure de la statuette. Le goujon a ensuite été inclus dans un comblement de mastic de gomme laque. Le bouchage a été recouvert d'un enduit pour parfaire la surface. Les tests de solubilité réalisés pour le retrait de la couche de surface noirâtre laissent à penser qu'il s'agissait d'une couche de cire teintée, appliquée pour homogénéiser l'ensemble.



**Figure 3** Vue de la restauration ancienne en cours de démontage. 1 : colle synthétique; 2 : noyau de fonderie; 3 : goujon de maintien; 4 : mastic de gomme laque; 5 : enduit de finition. © M. Leroux / C2RMF.

L'élimination de cette couche a été réalisée à l'aide d'un solvant adapté, le n-méthyl-pyrrolidone (NMP). Celui-ci a été appliqué dans un gel de Carbopol®, polymère d'acide polyacrylique, composé de la façon suivante : NMP/eau déminéralisée à 50/50, Carbopol® Ultrez 21® à 0,5 %<sup>3</sup> et neutralisation à la triéthanolamine (TEA). Le dégagement mécanique de certains détails a ensuite été réalisé au scalpel sous loupe binoculaire. Le retrait à la pince du petit goujon du pied a été facilité par la radiographie qui a fait apparaître un filetage. La surface des fragments démontés a été protégée par l'application d'un copolymère acrylique Paraloid® B72 à 3 % en dilution dans un mélange acétone/éthanol (30/70) avec un inhibiteur de corrosion

<sup>3</sup> Toutes les concentrations des produits citées sont en poids/volume (g/100 ml).

(benzotriazole à 1,5 %) après séchage à l'étuve. Les fragments ont été collés par infiltration de résine époxyde Araldite® AY 103 / HY 991 (Huntsman) teintée de pigments. Le collage a été renforcé par un doublage de bandes d'intissé polyester / polyamide (CTS). Les parois internes ont été préalablement enduites de Paraloid® B44 à 20 % en dilution dans l'acétone de façon à favoriser la réversibilité du doublage et du comblement. Ce dernier a été réalisé à l'aide d'une résine époxyde Araldite® AY 103 / HY 991 teintée de pigments et chargée de billes de verre creuse (Kremer). L'ajout de billes de verre augmente la viscosité de la résine, facilite son façonnage à sec et son ponçage, mais aussi favorise sa réversibilité. L'intégration colorée du comblement a été réalisée par tamponnage de pigments dans un Paraloid® B72 à 5 % dans l'acétone. Enfin, la surface a bénéficié d'une couche de protection supplémentaire de cire microcristalline CTS diluée à 5 % dans le white spirit (fig. 4). Pour sa présentation, un nouveau socle externe a été réalisé par les métalliers du musée du Louvre.

L'intervention sur *Isis-Aphrodite* a révélé une restauration antérieure assez originale, usant à la fois d'un matériau synthétique (indiquant une intervention d'après-guerre) et d'une résine naturelle, la gomme laque, d'usage plus traditionnel, qui elle-même était recouverte d'un enduit.



**Figure 4** *Isis-Aphrodite* après traitement.  
© A. Chauvet / C2RMF.

## L'étude et la restauration de la gourde villanovienne (Br 4362)

L'étude et la restauration de la gourde villanovienne Br 4362, d'origine italienne, datant de la seconde moitié du VIII<sup>e</sup> s. av. J.-C., est plus complexe. Le travail a été commandité et suivi par Laurent Haumesser, conservateur en chef au département des Antiquités grecques étrusques et romaines (DAGER) du musée du Louvre. L'article n'abordera que les aspects les plus pertinents des travaux d'étude des restaurations anciennes, de choix des reprises des complements et de recherche de résidus archéologiques (fig. 5).



**Figure 5** Gourde villanovienne avant traitement, vue de la face plate. © A. Chauvet / C2RMF.

La panse de la gourde, d'un diamètre maximal de 21 cm, est constituée de deux coques circulaires en bronze martelé, pourvues d'un décor concentrique nervuré au repoussé, de motifs perlés et de griffons estampés. Les deux coques en tôle, de 0,6 à 0,7 mm d'épaisseur, ont été assemblées par agrafage. Sur celles-ci ont été rivetés un goulot en tôle et des éléments de fonderie (anses, attaches). Les analyses par PIXE<sup>4</sup> ont montré l'utilisation pour les tôles d'un alliage Cu/Sn – avec un pourcentage massique d'étain variant de 6 à 15 % et une proportion

<sup>4</sup> Particle induced X-ray Emission - AGLAE (M. Aucouturier, D. Robcis).

de plomb inférieure à 1,27 %. Les éléments Sb, Zn, As et Ag sont également présents à moins d'1 % massique.

La gourde nous est parvenue sous une belle « patine » verte qui s'étendait sur l'ensemble de l'objet.

L'examen radiographique, la réalisation de sondages mécaniques, les analyses des matériaux des restaurations anciennes par Py-GCMS<sup>5</sup> et l'exploitation des photographies et des notes produites (en septembre 1973?) au musée du Louvre, nous ont permis d'établir un constat d'état précis et de proposer une chronologie documentée des phases de restauration de nos prédécesseurs. Une partie de l'histoire matérielle de cette gourde peut alors se résumer de la façon suivante :

- 1954 : l'objet est acquis par le musée du Louvre auprès de Nicolas Koutoulakis (collectionneur et marchand d'art). Le contexte archéologique n'est pas documenté;
- août 1956 : des fragments, détachés au niveau de la face plate suite à un accident, sont remontés;
- avant 1973 : les comblements des grandes lacunes sont réalisés sur un doublage. Ces comblements (matériaux gris à cœur, vert foncé en surface) sont composés de carbonate de calcium et d'argile blanche (pas de trace de liant détectée). La peinture en surface des comblements n'a pas été analysée;
- juillet 1973 : les fragments de la face plate, remontés en 1956, se sont à nouveau détachés. Les photographies du Louvre sont contemporaines de ces constatations. Comme la note d'accompagnement l'indique, on observait une « patine très irrégulière bleu-verte » et de « ...grandes plages mordorées... ». La belle « patine » verte, homogène, que revêtait la gourde au moment de notre intervention, n'existait pas à cette date!;
- septembre 1973 : restauration de M. Toulouse qui explique l'aspect hétérogène de la surface par un apport de coulées d'acide nitrique<sup>6</sup>. La restauration consistait dans un nouveau remontage des fragments de la face plate. La radiographie montre que ces fragments ont été inclus de façon imparfaite dans un comblement de résine polyester grise. Le recouvrement de ce comblement par la « patine » artificielle verte, laisse à penser que cette peinture, qui n'a pas été caractérisée, a été appliquée par M. Toulouse dans un souci d'homogénéiser l'aspect de surface;
- après 1973 : une intervention plus récente a consisté à appliquer localement de la résine polyester verte, teintée dans la masse par une terre (aluminosilicate) et chargée en carbonate de calcium. Une dizaine de bouchages ou de consolidations de piètre qualité (pas de finition de la surface, ni de retouche) semble avoir été réalisée avec ce matériau;
- enfin, une petite lacune s'est produite tardivement sur la face plate.

En concertation avec L. Haumesser, suite à des tests de solubilité, la patine artificielle verte a été totalement retirée à l'aide du même gel de solvant utilisé sur l'*Isis-Aphrodite*. L'hétérogénéité de l'aspect de surface, visible avant 1973, a été retrouvée et les divers comblements étaient à présent fortement contrastés. Un traitement d'harmonisation au cas par cas a été décidé. La plupart des comblements étaient de bonne tenue. Ils ont été améliorés, soit en

<sup>5</sup> Analyse par pyrolyse (Py) puis chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (N. Balcar). La caractérisation de tous les matériaux des restaurations antérieures de la gourde a été réalisée par cette technique.

<sup>6</sup> Ce diagnostic est très probablement erroné. Le dépôt d'Evans présente, par exemple, un faciès de corrosion similaire (Pernot, 2015).

retravaillant la surface au scalpel pour les ajouts trop débordants, soit en rechargeant les comblements lacunaires de résine époxyde Araldite® AY 103 / HY 991 (Huntsman) teintée de pigments et chargée de billes de verre creuses (Kremer). Seul le comblement de la face plate a été entièrement démonté pour repositionner correctement les fragments dans un nouveau bouchage, avec l'époxyde chargée citée précédemment. La réintégration colorée de tous les comblements a été réalisée par la technique des petits points (projection de couleurs composées de pigments Okhra® liés à du Paraloid® B72 à 5-10 % en dilution dans l'acétone) qui permet de moduler la couleur en fonction de la variation des aspects de surface. En fin de traitement, après un séchage à l'étuve de 4 h 00 à 45°C, une protection de surface à la cire microcristalline (CTS) à 5 % dans la ligroïne, a été appliquée au pinceau et légèrement lustrée (fig. 6).

L'élimination du comblement de la face plate de 1973 a permis d'observer l'intérieur de la gourde, à l'œil nu et à l'aide d'un endoscope. Un amas de cristaux vert pâle de quelques centimètres de large a été ainsi repéré sur la paroi interne de la gourde. Ces cristaux, de forme prismatique, peuvent mesurer plusieurs millimètres de long. Identifiés par micro diffraction des rayons X comme étant des carbonates de cuivre (malachite essentiellement), les cristaux se sont développés dans un milieu atmosphérique confiné en présence de composés organiques.



**Figure 6** Gourde villanovienne après traitement, vue de la face plate. © A. Chauvet / C2RMF.

Des résidus bruns sont également présents de façon isolée dans la jointure interne des deux coques formant la panse. Les analyses GCMS et Py-GCMS<sup>7</sup> réalisées sur deux prélèvements indiquent que ces résidus se composent d'une résine de pin, probablement associée à de la cire d'abeille pour l'un d'entre eux. Ces découvertes apportent du « contenu » archéologique à cette gourde, qui avait indéniablement un rôle fonctionnel au moment de son enfouissement.

## Conclusion

La restauration d'objets archéologiques de collections anciennes nécessite un regard différent de celui porté sur les objets archéologiques « bruts de fouilles » - pour ne pas dire une méthode particulière. Il faut intégrer, dans le constat d'état et le diagnostic, les phases de restauration précédentes, souvent nombreuses, et les matériaux correspondants, imbriqués de façon plus ou moins masquée. En parallèle, il est possible de détecter, par un examen attentif, les informations archéologiques encore ignorées, de les documenter, de les conserver et de les étudier si les moyens le permettent. On constate également le rôle fondamental de la documentation. Elle aide souvent à fixer la chronologie des phases de restauration. Ainsi, contrairement à l'*Isis-Aphrodite*, l'étude des photographies et des notes de juillet 1973 portant sur la gourde a été cruciale pour retracer une partie de son histoire matérielle. Nous avons découvert en outre quelques pratiques de restauration de Lucien Toulouse et ouvert une piste sur l'activité de cet atelier parisien, plutôt tournée vers la restauration du mobilier des monuments historiques<sup>8</sup>. Une meilleure connaissance de l'activité de cet atelier pourrait étendre la vision sur notre discipline à cette époque (fig. 7).

RÉPARATEUR D'OBJETS D'ART  
**TOULOUSE**  
10, RUE BEAUTREILLIS - PARIS. IV<sup>e</sup>

M E M O I R E.  
-:-:-:-:-

RESTAURATION DES PEINTURES	BON N° 4.743
Engagement 8.020 du 29/3/71	F.O. 71.004

-:-:-:-

Remis en état un cadre cuivre doré XVII<sup>e</sup>,  
- nettoyé la dorure, redressé et forgé les filets pour  
les rallonger, fileté et mis écrous de monture?  
Nettoyé les plaques argent émaillées, fait plaque  
manquante gravée, 3 bâtes vermeil avec topazes.

H.T.....	I.650 F
T.V.A. inc 17,50 % .....	290,40
	I.940,40

**Figure 7** Mémoire d'un travail de restauration de L. Toulouse réalisé en 1970. © F. Matz / C2RMF.

<sup>7</sup> Cette technique permet d'analyser les résidus organiques d'origine naturelle (J. Langlois).

<sup>8</sup> On retrouve quelques traces de son activité aux archives de la Médiathèque de l'architecture et du patrimoine (MAP).

Du point de vue pratique et déontologique, une lecture critique des éléments récoltés lors du constat d'état ou au terme d'une étude préalable aide à décider du degré de dérestauration et du choix des traitements de restauration, qui repose souvent sur un compromis entre les restaurations anciennes et la nécessité actuelle de la conservation-restauration.

## Remerciements

Je remercie, pour le C2RMF : Marc Aucouturier, Nathalie Balcar, Anne Chauvet, Juliette Langlois, Jean Marsac, Fanny Matz, Dominique Robcis et Sylvie Watelet; pour le musée du Louvre : Florence Gombert et Laurent Haumesser; pour la MAP : Gaëlle Pichon-Meunier.

## Bibliographie

**Burkhalter F.** (1990), « Les statuettes en bronze d'Aphrodite en Égypte romaine d'après les documents papyrologiques »; *Revue archéologique*, fascicule 1, 1990, p. 51-60.

**Piningre J.-F., Pernot M., Ganard V.** (2015), *Le dépôt d'Évans (Jura) et les dépôts de vaisselles de bronze en France au bronze final*, Dijon, éd. Société archéologique de l'Est, (Supplément à la *Revue archéologique de l'Est*, 37), 216 p.

### L'auteur

**Manuel Leroux** Chef de travaux d'art, C2RMF, département restauration, filière archéologie, 14, quai F. Mitterrand, porte Jaujard, 75001 Paris, [manuel.leroux@culture.gouv.fr](mailto:manuel.leroux@culture.gouv.fr)

# ALBERT FRANCE-LANORD ET LES RESTAURATIONS DU VASE DE VIX

FÉLICIE FOUGÈRE, MARIE-PIERRE LAMBERT

**Résumé** La tombe princière de Vix (VI<sup>e</sup> siècle av. J.-C.) fut découverte par Maurice Moisson et René Joffroy pendant l'hiver 1953. Les premières restaurations du mobilier, dont l'imposant cratère en bronze, furent menées dès le printemps 1953 afin de préparer l'exposition présentée au Louvre à l'automne. Au retour du vase à Châtillon-sur-Seine en 1954, Albert France-Lanord, fondateur du Laboratoire de restauration du Musée lorrain de Nancy, pointe, par le biais d'un rapport inédit illustré de photographies, de grands défauts de restauration. Après quelques années d'atermoiements, c'est un nouveau périple qui commence pour cet objet d'exception. Du rapport France-Lanord sur le « scandale » de la première restauration au voyage du vase à Nancy se dévoile tout un pan de l'histoire de la restauration des objets archéologiques d'exception.



**Figure 1** État du vase lors de sa découverte. © R. Joffroy.

La tombe de Vix fut découverte en 1953 par R. Joffroy et M. Maurice. L'architecture de cette tombe féminine correspond au mode d'inhumation habituel des sépultures de prestige du VI<sup>e</sup> siècle av. J.-C. : une chambre funéraire creusée dans le sol et isolée du substrat par un caisson de bois. Le mode de dégradation des matériaux et objets contenus dans la tombe est également assez classique : le plafond de bois cède, provoquant un effondrement des matériaux du tumulus dans la chambre funéraire, écrasant le mobilier au premier rang duquel le monumental cratère de bronze (Fougère, 2016). Une photographie prise chez R. Joffroy au cours de l'hiver 1953 illustre l'état du vase avant restauration (**fig. 1**).

La très fine cuve du vase est la partie la plus endommagée. Elle était « déformée et partiellement aplatie, pliée et par endroit brisée » (France-Lanord, 1954). La partie intérieure du couvercle est désolidarisée de son pourtour. Certaines appliques formant la frise du col sont brisées.

L'année même de sa découverte, le vase est restauré à Châtillon-sur-Seine par M. Hamelin. L'objectif est de le présenter au Louvre dans le cadre d'une exposition temporaire durant l'hiver 1953-1954. Certaines photographies de la publication de R. Joffroy en 1954 donnent un aperçu des approximations de la restauration alors opérée.

### Le rapport France-Lanord : écrit d'un restaurateur en colère

Cette première restauration est jugée de façon très critique par Albert France-Lanord dans un document produit au cours du printemps 1954. Le rapport France-Lanord, en dehors de l'aspect polémique portant sur le mode de recrutement du premier restaurateur, est précieux en ceci qu'il est accompagné de photographies montrant très précisément les défauts de restauration.

Albert France-Lanord estime qu'il fallait « redresser la cuve en tôle de bronze, la consolider et la remonter dans sa forme primitive à l'aide d'une forme ou d'une ossature appropriée ». Il précise que c'est « l'excellente idée » qu'avait adoptée Hamelin, mais que malheureusement la forme en cuivre réalisée pour ce faire n'épousait que très approximativement la forme d'origine du vase. Il en résulta une série d'interventions ayant pour objectif de forcer l'objet à se plier à une forme erronée, ce qui entraîna une dégradation très perceptible de l'objet. La panse souffrit particulièrement. France-Lanord relève l'une de ses photographies de commentaires manuscrits montrant les différents défauts de remontage des tôles de bronze (**fig. 2**).



**Figure 2** « En A des hiatus de 1 à 10 mn, en B un exemple de découpage du métal pour fermer les deux lèvres, en C des chevauchements d'une tôle sur l'autre », photographie n° 3. © France-Lanord, 1954.

Le fond de la cuve est particulièrement peu soigné. « Les divers morceaux joignent mal, laissent voir des jours, forment des plis et présentent des différences de niveaux malgré les essais de rattrapage » (France-Lanord, 1954, **fig. 3**).



**Figure 3** Photographie n° 2. © France-Lanord, 1954.

Les serpents figurant les jambes de la Gorgone, qui décorent les anses, reposent sur le haut de la cuve. En raison de la mauvaise forme de la cuve, ces serpents ne parviennent plus à s'adapter à leur support. Le restaurateur a alors pris le parti de les inciser de coups de scie pour les cintrer. Le résultat est une cassure au niveau d'un des traits de scie (**fig. 4**).



**Figure 4** Photographie n° 9. © France-Lanord, 1954.

Les tôles remontées sont fixées au moyen de vis. France-Lanord souligne que les têtes de vis restent apparentes ou mal cachées. Des trous ont été pratiqués au cours de l'opération de remontage, de façon provisoire, et n'ont pas été bouchés suite à l'enlèvement des vis. « Aucun restaurateur ne pouvait prendre la responsabilité de percer tous ces trous » écrit-il. Une toile a été enduite d'un produit que France-Lanord nomme « vervis [sic] caoutchouc » et dont il donne la composition : Hydrotex incolore C 50 15 de Droux, solvant xylol ou benzène avec une charge en plâtre ou blanc d'Espagne et des pigments colorés. Le résultat de ce comblement est un défaut d'adhérence et un décollement. Le dessèchement du caoutchouc et de la toile produisent des cassures (fig. 5). Le même mélange a été utilisé pour recoller les appliques de la frise du vase figurant des hoplites et des quadriges. Le phénomène exposé plus haut aboutit à la réapparition des cassures.



**Figure 5** Photographie n° 6. © France-Lanord, 1954.

France-Lanord conclut que « le cratère a subi un certain nombre de dégradations irrémédiables, et même après une reprise totale du travail par un opérateur qualifié, il sera difficile d'arriver au résultat qui aurait dû être obtenu en premier lieu. »

Dans ce rapport, France-Lanord commet une sorte d'impair diplomatique qui aura pour résultat de retarder la reprise de la restauration du vase. En effet, il souligne que le recrutement d'Hamelin s'est fait sans concertation par un collège d'experts internationaux apte à juger de la pertinence de la méthodologie envisagée. Vingt ans plus tard, une note manuscrite non signée mais probablement rédigée par Albert France-Lanord, précise que ce rapport « avait embarrassé la direction qui a mis plusieurs mois à prendre une décision ». Albert France-Lanord précise qu'il n'obtient de reprendre cette restauration que sous la promesse d'utiliser un vocable plus diplomatique : dorénavant la restauration d'Hamelin sera qualifiée de « restauration provisoire » et celle du Laboratoire de recherche archéologique (LAM) sera qualifiée de « restauration définitive ».

Afin de respecter le contrôle par une commission de spécialistes, le couvercle servit de test. Il fut restauré à la fin de l'année 1955. La commission donna ensuite son aval pour la restauration du vase en son entier.

## Les journaux de bord du LAM : suivi d'un intense chantier de restauration

De janvier 1953 à août 1963, deux journaux de bord retracent les activités au laboratoire. Ils sont vraisemblablement rédigés par Aimé Thouvenin et visés par Édouard Salin. Les dates et initiales des lieux d'intervention sont notées dans la marge (Thouvenin, 1953-1958).

Le vendredi 4 mars 1955 au Musée lorrain apparaît la première mention : « Projection vase de Vix ». Cependant, ça n'est que neuf mois plus tard, à partir de décembre 1955, que sont attestés des travaux sur le mobilier de Vix, dont le couvercle du vase.

Le cratère, précisément nommé de cette manière dans le journal de bord, est évoqué à la date du samedi 28 janvier 1956. Les lieux du Musée lorrain et de Châtillon sont écrits dans la marge du journal. La première tâche de cette journée fut le nettoyage du laboratoire. Puis le départ à Châtillon a lieu ainsi que le démontage du cratère (fig. 6). Le lendemain, dimanche 29 janvier, c'est le voyage retour. Les opérations suivantes sont mentionnées : chargement et transport du cratère pour le déchargement au laboratoire et au Musée lorrain. Les travaux commencent dès le lendemain. Ils vont durer deux mois et des courriers évoquent globalement, pour la restauration du cratère, 700 heures de travail.

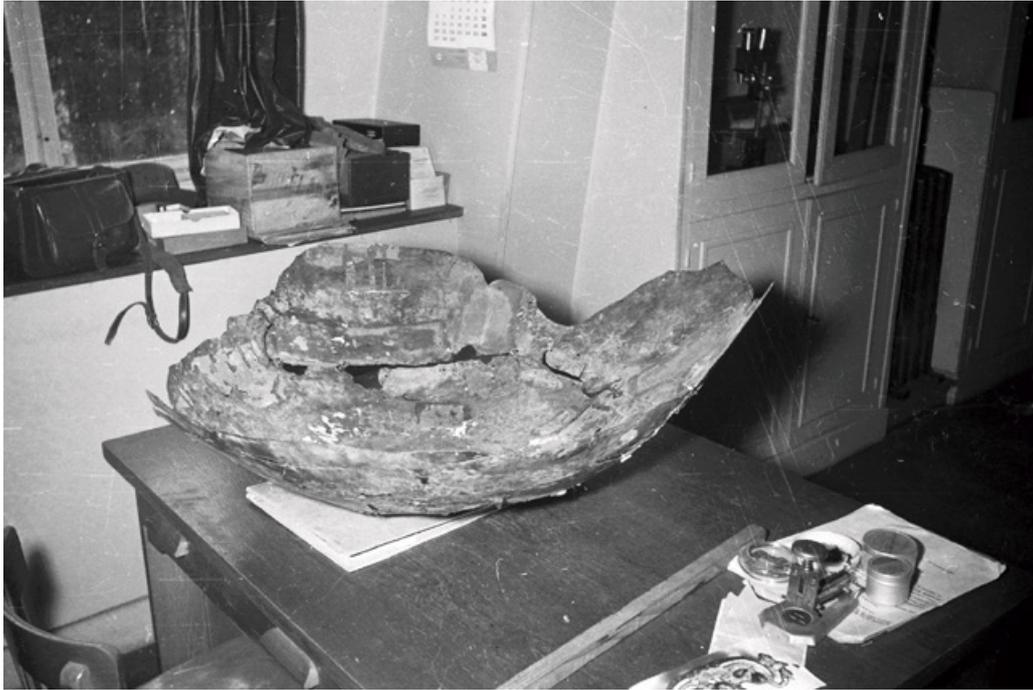


**Figure 6** Photographie d'Aimé Thouvenin, Maurice Moisson, René Joffroy et Albert France-Lanord au musée de Châtillon-sur-Seine en 1956.

© Laboratoire de recherche archéologique.

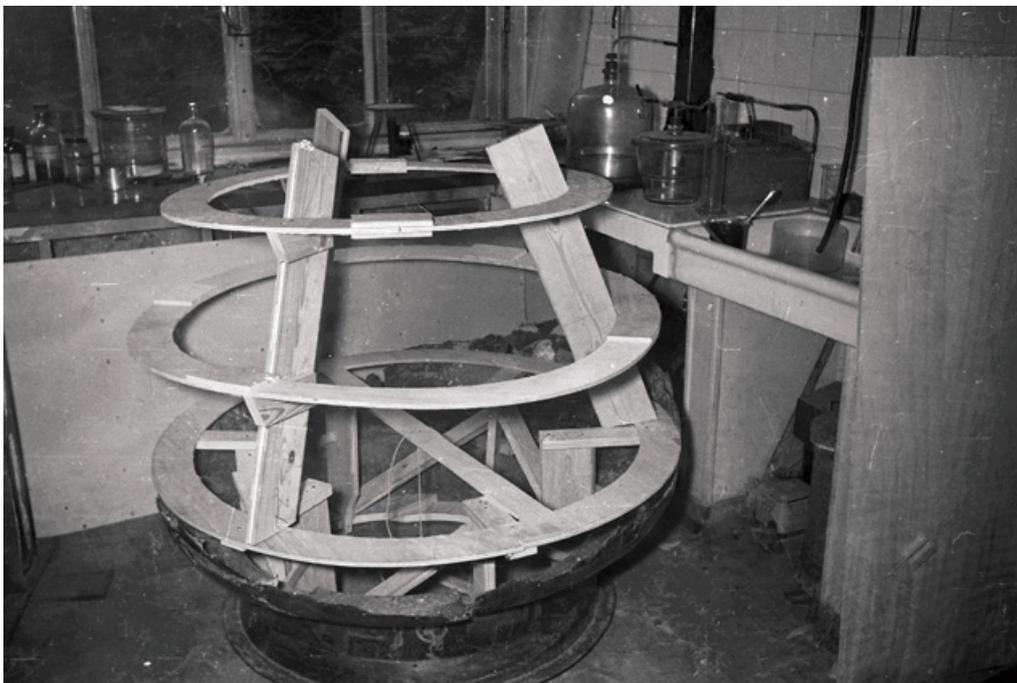
Le premier jour est employé à démonter le châssis en cuivre (de Hamelin) et la cuve (fig. 7). On lit ensuite « Entrée au laboratoire et commencé l'étude des épures ». Il faut comprendre que le cratère, de grandes dimensions, a dû être démonté, de manière à ce qu'il puisse pénétrer dans l'atelier.

Les préparatifs se poursuivent avec les épures, dessins préparatoires pour les assemblages et les mensurations. Sont réalisés ensuite la « mise en place d'une poignée pour prélever un



**Figure 7** Photographie de la cuve du cratère démonté.  
© Laboratoire de recherche archéologique.

premier gabarit du galbe » puis le démontage et la fabrication d'un châssis pour le centrage et le maintien (**fig. 8**). Pour l'anecdote, il est noté que le mercredi 1<sup>er</sup> février fut agrémenté de diverses tâches comme les courses pour la restauration du cratère chez différents fournisseurs tels que Longoméтал, la Quincaillerie lorraine, les Familiaux dentaires, Descharmes, Auto-Industrie. Et on lit également « Dégelé conduite gaz et eau »...



**Figure 8** Photographie du gabarit en bois.  
© Laboratoire de recherche archéologique.

Les jours suivants, la construction du châssis continue. Il permet le montage, centrage et réglage du fond et de la partie intermédiaire de la panse. Commence alors le travail de soudure des tôleries. Les remises en forme et le planage sont menés au fur et à mesure que les assemblages progressent. Des soudures à l'étain sont réalisées, qui sont ensuite arasées au flexible. Après montage du fond et de la partie intermédiaire, c'est le « ventre » qui est cité. Puis sont notés le montage et la soudure de 56 pattes de maintien sur la collerette du pied. La confection de l'armature interne est décrite. Elle commence par la fabrication de la pièce à croisillon du pied : ailes mises en forme, équerres d'écartement et butées. L'ensemble est monté. La couronne profilée, servant de butée de serrage, termine la confection de cette armature.

Au bout d'un mois, les interventions sur les parties inférieures de la cuve et la confection de l'armature se terminent. Lundi 5 mars le travail sur la panse commence. Un gabarit est réalisé et les fragments de la panse sont soudés. Il est alors nécessaire de fabriquer un bâti en bois avec, peut-on lire, possibilité de rectification des cercles pour réglage définitif et mise d'aplomb de l'ensemble. L'intervention sur les anses est menée en même temps. Sont notés « goujons etc. » et « réparation sur les anses ». La frise des hoplites et des quadriges n'est pas citée durant cette période.



**Figure 9** Photographie d'Aimé Thouvenin pendant la présentation d'essai.  
© Laboratoire de recherche archéologique.

Lundi 12 mars, le montage final se profile, puisque cette journée est consacrée à la « Préparation et déménagement du matériel au musée de Peinture ». Il s'agit du musée des Beaux-Arts implanté place Stanislas à Nancy. Désormais les étapes des traitements sont mentionnées avec les initiales MP dans la marge du journal de bord, pour « musée de Peinture ». Les grandes dimensions du cratère nécessitaient un local plus grand pour qu'il puisse être déplacé après restauration.

Les soudures et la mise en place du fond sur la panse sont terminées mi-mars. Les montages de la collerette sur la panse suivent alors. Le châssis en bois est démonté. Et le jeudi 22 mars, les assemblages finalisés, une présentation d'essai a lieu (**fig. 9**).

Dans la nuit du 23 au 24 mars, l'aplomb du montage est rectifié. Les culées butantes de l'armature sont posées. Les poignées sont présentées et nécessitent un redressement. Vendredi 24 mars, les anses et la couronne sont retouchées et passées au « rouge après arasement par Claudine » (fig. 10).



**Figure 10** Photographie de Claudine André. © Laboratoire de recherche archéologique.

Jeudi 29 mars il est écrit dans le journal de bord « Terminé boulonnerie, patine et dernières retouches ». Et le lendemain vendredi 30 mars, le vase est « déménagé et mise en place à Châtillon ».

Le journal s'interrompt pendant 5 jours. Jeudi 5 avril 1956, au Musée lorrain, le déménagement du matériel est évoqué avec la remise en ordre du laboratoire. Les restaurations du mobilier de Vix se poursuivent en juin 1956 par le traitement des roues du char, en août par celui des fibules.

Objet emblématique pour le laboratoire, Albert France-Lanord écrit sur la restauration du cratère à plusieurs reprises (France-Lanord 1962; 1963). Il évoque le gabarit en bois placé à l'intérieur, qui était rectifié au fur et à mesure du redressement des fragments par chaudronnerie. Les assemblages sont soudés à l'étain côté intérieur pour ne pas abîmer la patine extérieure mais cela nécessite l'abrasion des bords. Les déchirures sont renforcées de bandes de laiton mises en forme. Les surplus d'étain sont arasés et un planage final régularise la surface. Il décrit l'armature en laiton qui assure le soutien des anses et du col. Elle permet aussi le déplacement du cratère. Le mastic de carrossier pour les comblements est mentionné, ainsi que les colorations finales. Pour cette opération il commente avec humour la difficulté qu'Édouard Salin, Aimé Thouvenin et lui-même ont eu à se mettre d'accord. Ce sont finalement des teintes unies qui ont été appliquées, mais de tons différents selon leur localisation. Et il écrit : « ceci a amené des discussions admirables, chacun a essayé son talent ».

## Conclusion

Hamelin tenta en 1953 de reconstituer la forme du vase. Il s'agissait donc d'opérer une restauration illusionniste. Ça n'est pourtant pas la première option qu'il semble avoir considérée. En effet, J.J. Hatt raconte avoir été témoin d'une scène au cours de laquelle Hamelin demande à « séparer, à coups de burin et de scie à métaux, la panse du col, pour amener ce dernier à Paris dans la camionnette du Louvre. » La première idée d'Hamelin n'était peut-être pas une restauration illusionniste mais plutôt une présentation au Louvre de la partie la mieux conservée et la plus esthétique du vase.

La fidélité à l'objet archéologique orienterait vers cette option. À l'inverse, présenter au public ce que fut l'objet à l'époque de son utilisation impliquait une reconstitution. Le seul témoignage du caractère archéologique de l'objet reste alors la patine verte du bronze oxydé par son séjour en terre. Le vase de Vix est un hybride : objet archéologique par sa couleur, objet similaire à ce qu'il était à l'époque de son usage par sa forme reconstituée. Il est par conséquent une « re-création » issue d'un courant de l'histoire de la restauration. Le paradigme a certainement changé depuis les années 1950. Il sera d'autant plus intéressant de découvrir quel est le choix de restauration du chaudron de Lavau récemment mis au jour.

## Références bibliographiques

**Fougère F.** (2016), *La tombe de Vix, un trésor celte entre histoire et légende*, Lyon, Fage éditions.

**France-Lanord A.** (1954), *Observations sur la remise en état du mobilier de la sépulture à char de Vix (Côte d'Or)*, rapport inédit, Nancy, le 27 juin 1954, 6 feuillets ronéotypés, 19 photographies, archives du musée du Pays-Châtillonnais – Trésor de Vix.

**France-Lanord A.** (1963), « La restauration et la conservation des grands objets en bronze », dans G. Thomson (ed.) (1963), *Recent advances in conservation, contributions to the ICC Rome conférence 1961*, London, Butterworths, p. 97-100.

**France-Lanord A.** (1962), *La conservation des antiquités métalliques*, Nancy, Centre de recherche et d'histoire de la sidérurgie.

**Joffroy R.** (1954), *Le Trésor de Vix*, Paris, PUF, (coll. Monuments et Mémoires (Fondation Eugène Piot), tome XLVIII-1).

**Thouvenin A.** (1990), « Chronique. Le cratère de Vix : technique de fabrication de la cuve », *Revue archéologique de l'Est*, t. 41, fasc. 2, p. 301-304

**Thouvenin A.** (1953-1958), *Journal*, Société d'archéologie Lorraine, Musée historique lorrain, Laboratoire de recherches archéologiques.

### Les auteurs

**Félicie Fougère** Conservatrice du patrimoine, directrice du musée du Pays châtillonnais – Trésor de Vix, 14 rue de la Libération, 1400 Châtillon sur Seine, [f.fougere@musee-chatillonnais.fr](mailto:f.fougere@musee-chatillonnais.fr).

**Marie-Pierre Lambert** Conservatrice-restauratrice, Laboratoire d'archéologie des métaux, Métropole du Grand Nancy, 1 avenue du Général de Gaulle, 54140 Jarville-la-Malgrange, [marie-pierre.lambert@grandnancy.eu](mailto:marie-pierre.lambert@grandnancy.eu).

# THÉORISER LA RESTAURATION DES MÉTAUX ARCHÉOLOGIQUES EN FRANCE. L'APPORT DÉCISIF D'ALBERT FRANCE-LANORD (1915-1993)

PAULINE ROLLAND

**Résumé** Albert France-Lanord (1915-1993), reconnu de son vivant, est rapidement tombé dans l'oubli après sa mort. Pourtant, il a travaillé à la restauration d'œuvres majeures en bronze, tel le cratère de Vix, et a joué un rôle décisif dans la définition française d'une théorie de la restauration des objets archéologiques en métal de toutes époques. L'auteure a eu l'occasion de travailler sur ce personnage, dans le cadre de son mémoire de recherche de l'École du Louvre, et présente ici quelques-unes de ses conclusions. On y constate qu'Albert France-Lanord a transposé dans le milieu des métaux des concepts déjà adoptés dans d'autres médias (lisibilité, réversibilité), mais qu'il a également œuvré pour une définition plus précise de la restauration des objets métalliques à travers l'adoption du terme « épiderme » ou « surface primitive » en lieu et place de « patine ».

« Dans le domaine de la conservation des peintures, on est arrivé à d'excellents résultats, en ayant au préalable défini une doctrine qui sert de guide aux conservateurs et aux restaurateurs, il n'en est pas encore de même pour ce qui concerne la conservation des antiquités métalliques. » (France-Lanord, 1962, 1, p. 1.)



Tel est le constat que fait Albert France-Lanord en 1962, au moment où il publie *La conservation des antiquités métalliques*, sorte de manuel à destination des conservateurs et restaurateurs. Malgré la pratique de restaurations d'objets archéologiques en métal très abouties précédemment, comme aux ateliers de Saint-Germain-en-Laye à la fin du XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup> siècle, Albert France-Lanord s'impose en effet comme un jalon majeur de la mise en place d'une théorie de la restauration des métaux en France (fig. 1).

**Figure 1** Albert France-Lanord et l'Éphèbe d'Agde. © Musée de l'Histoire du fer.

Reconnu de son vivant, au point d'être parfois jaloué, Albert France-Lanord travailla à la restauration d'œuvres majeures comme le cratère de Vix, l'*Apollon* de Lillebonne ou encore le *Pacatianus* du musée de Vienne (Isère). Pourtant, la conservation des métaux, ainsi que son implication dans la vie de plusieurs musées (conservateur au Musée historique lorrain, créateur et conservateur du musée de l'Histoire du fer), furent d'abord pour lui des passions qu'il entretenait durant son « temps libre », puisqu'il fut avant tout directeur de l'entreprise familiale en bâtiment France-Lanord & Bichaton. Toutefois, sa réputation fut bientôt telle dans le milieu de la restauration qu'il fut appelé par l'ICCROM pour enseigner la conservation des métaux à Rome, et qu'il représenta la France lors de grandes conférences internationales de l'ICCROM, de l'ICCOM et de l'IIC. C'est à l'occasion de ces rencontres qu'il put échanger avec ses collègues et ainsi en venir à établir une théorie de la restauration des métaux qui s'inscrit dans la continuité des entreprises de théorisation de l'époque.

Néanmoins, comme nous aurons l'occasion de le voir dans les lignes qui suivent, la pratique de restaurateur d'Albert France-Lanord a pu s'écarter des principes qu'il avait lui-même énoncés.

### L'influence de la théorie de la restauration des peintures

À une date inconnue, mais relativement tôt dans sa carrière, Albert France-Lanord rencontre Paul Coremans, directeur de l'Institut royal du patrimoine artistique de Bruxelles, restaurateur de peintures. France-Lanord écrit : « J'ai été initié aux problèmes de la conservation par Paul Coremans qui me montrait son travail sur l'*Agneau mystique*. Grâce à lui, il me fut facile de transposer ses principes aux métaux. »<sup>1</sup>

Par ailleurs, le traité de Cesare Brandi, *Teoria del Restauro*, exprime le mieux, pour Albert France-Lanord, les principes théoriques nés dans les conférences internationales (lisibilité, réversibilité...). France-Lanord est d'ailleurs le premier à réclamer une traduction en français de l'ouvrage de Brandi.

C'est donc en réinterprétant les préceptes relatifs aux peintures livrés par Paul Coremans et ceux exposés par Cesare Brandi qu'Albert France-Lanord en vient à établir une théorie de la restauration des métaux. Il faut également signaler le rôle d'Harold Plenderleith, dont le livre *The conservation of antiquities and works of art* accompagne France-Lanord dès ses débuts en restauration.

### La dualité « objet-matière » et « objet-message »

Albert France-Lanord insiste dans tous ses écrits théoriques sur la nécessité qu'il y a à différencier « objet-matière » et « objet-message ». Ces notions rejoignent Cesare Brandi quand celui-ci définit la restauration comme « le moment méthodologique de la reconnaissance de l'œuvre d'art, dans sa consistance physique et sa double polarité esthétique et historique, en vue de sa transmission aux générations futures » (Brandi, 2015, p. 12).

Albert France-Lanord explique très bien la dualité de l'objet en tant que témoin historique, à la fois composé de matière et porteur d'un message : « Tout objet est un produit matériel de l'activité humaine qui se définit comme (objet-matière) + (objet-fonction). [...] aspect matière d'où découlent les messages techniques, technologiques... et l'aspect fonction qui

<sup>1</sup> Archives du musée de l'Histoire du fer, fonds Albert France-Lanord, document « À propos de *Teoria del restauro* de Cesare Brandi » (avril 1983), p. 3.

porte les messages décoratifs, industriels, religieux... L'ensemble de ces deux aspects apporte aux historiens un plus large message, sociologique. »<sup>2</sup>

La considération du message de l'artefact va influencer sur la manière de le restaurer. Ainsi, France-Lanord distingue le but des interventions selon le type de l'objet traité : pour l'*unicum*, il faudra faire ressortir son caractère exceptionnel; pour l'œuvre d'art, sa beauté; pour un objet à caractère technique, son mécanisme; l'objet archéologique, lui, devra être traité dans sa compréhension en tant que pièce appartenant à une série typologique.

Ainsi, comme les modifications intentionnelles de l'œuvre, à l'inverse des modifications accidentelles, sont le témoignage d'une volonté, d'un changement de statut de l'objet, il est nécessaire de les étudier, de les conserver et de les mettre en valeur. Dans certains cas uniquement, les dommages accidentels sont conservés par Albert France-Lanord, mais il faut qu'ils soient porteurs d'une signification. C'est le cas pour l'*Hercule* de Bordeaux, dont la main déformée par un incendie a été conservée telle quelle : « La statue d'*Hercule* du Musée de Bordeaux était défigurée par un coup de pioche lors de sa découverte, laissant béante l'orbite droite; aussi a-t-il été nécessaire de compléter cette partie du visage, alors qu'une main de cette statue était déformée par l'incendie qui avait partiellement fondu le métal en tordant les doigts. Bien que cette main ait été très laide, elle a été laissée dans cet état pour rappeler les circonstances de la destruction du monument. On a pu ainsi conserver à cette statue sa signification artistique et historique »<sup>3</sup>

Mentionnons ici le cas de l'*Éphèbe d'Agde*, restauré par Albert France-Lanord, assisté de son équipe, en 1967 puis en 1972. France-Lanord justifie ainsi sa décision de ne pas remettre le bras de l'éphèbe en place : « En ne remettant pas cette main qui la déparait, nous faisons un peu comme les restaurateurs de tableaux actuels, qui s'ingénient à éliminer les repeints ajoutés au cours des siècles pour retrouver toute la fraîcheur primitive de l'œuvre »<sup>4</sup>

Ce cas souligne d'abord, encore une fois, que c'est véritablement en reprenant les principes de restauration des peintures et en les transposant au domaine du métal qu'Albert France-Lanord construit sa déontologie. Ensuite, on note qu'ici France-Lanord s'est éloigné du message même de l'objet, puisqu'il refuse de réintégrer ce qu'il identifie déjà comme une restauration antique, en invoquant une explication d'ordre esthétique. Cela ne serait plus envisageable aujourd'hui; d'ailleurs, le bras a été réintégré en 2010 au reste de la sculpture.

## La notion d'épiderme

Albert France-Lanord ne trouvait ni rationnel ni scientifique le concept de « patine » associé aux bronzes. Il cite ainsi avec humour son ami et homologue Robert Organ, quand il dit qu'on appelle « patine » tout ce qui est « joli et vert », et qu'on parle de « corrosion » si la surface du métal à une apparence « vilaine »<sup>5</sup>. Au terme « patine », Albert France-Lanord

<sup>2</sup> Archives du musée de l'Histoire du fer, France-Lanord A., *Intervention des scientifiques dans l'étude et la conservation des objets métalliques anciens*, polycopié du cours de muséologie *Disciplines et techniques actuelles de la conservation et de la restauration des œuvres d'art dans les musées*, Paris, École du Louvre, 1979, p. 1-2.

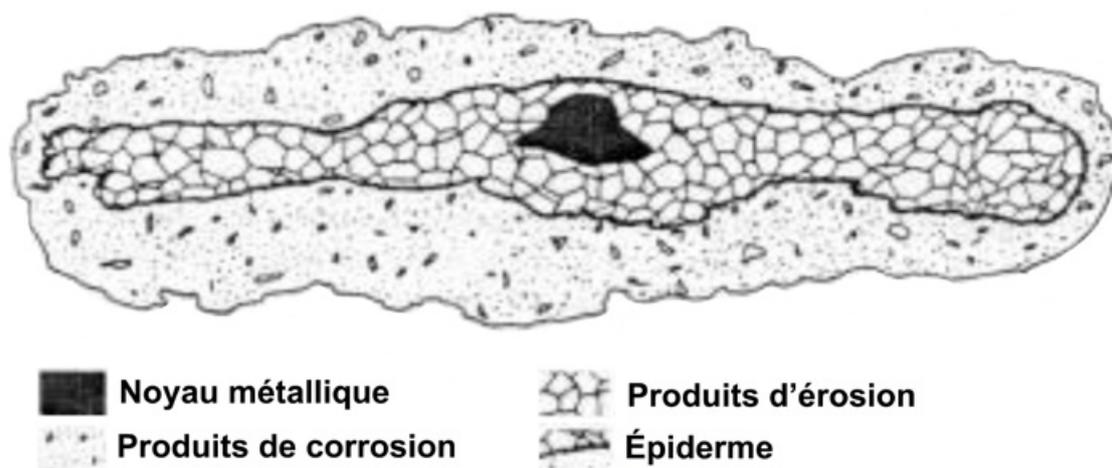
<sup>3</sup> Archives du musée de l'Histoire du fer, document *Principes généraux de la conservation*, texte rédigé à partir de notes prises au cours donné à l'IRPA par M. France-Lanord, et tapé à la machine, (27 septembre 1968), p. 3.

<sup>4</sup> Archives du musée de l'Histoire du fer, lettre de N. Bichaton à D. Fonquerie (Jarville, 27 avril 1967), p. 2.

<sup>5</sup> Archives du musée de l'Histoire du fer, *Intervention des scientifiques dans l'étude et la conservation des objets métalliques anciens*, polycopié du cours de muséologie *Disciplines et techniques actuelles de la conservation et de la restauration des œuvres d'art dans les musées*, Paris, École du Louvre, 1979.

préfère donc celui de « surface primitive » puis, à partir des années 1960, d'« épiderme », concept dont il revendique la paternité : « Des notions telles que la définition de l'épiderme d'un objet au lieu de la patine [...] ont été en premier définies à Nancy et se sont peu à peu imposées. » (France-Lanord, 1974, p. 15)

La recherche de l'épiderme est fondamentale pour Albert France-Lanord, car celui-ci délimite la forme originale de l'objet, que le restaurateur doit chercher à retrouver. C'est un jalon important dans la science de la restauration des objets métalliques : « On enlève les produits de corrosion extérieurs à l'épiderme, c'est le nettoyage, et il faut conserver ceux sous l'épiderme, car ils font partie de l'objet. Toute la théorie de la restauration tient dans cette phrase »<sup>6</sup>



**Figure 2** Schéma de la structure d'un objet corrodé selon Albert France-Lanord.

Source : archives du musée de l'Histoire du fer, France-Lanord A., *Conservation des bronzes : musée du Bardo*, Rapport de mission PP/1977-78/4.121.8, n° série FMR/CC/CH/80/143, Unesco, Paris, juillet 1980.

France-Lanord préconise toutefois la conservation de la couche des produits de corrosion quand des restes organiques minéralisés au contact de sels métalliques sont observables. Albert France-Lanord codifie là un principe qui avait déjà été appliqué, à Saint-Germain-en-Laye, par Abel Maître.

## Réversibilité

La réversibilité est fondamentale en restauration car elle doit permettre de toujours revenir à l'état original de l'objet (ou du moins à l'état dans lequel l'objet a été retrouvé). À de multiples reprises, Albert France-Lanord insiste donc sur l'importance d'utiliser des produits et des procédés réversibles, dans la lignée de ce qui avait été avancé par Cesare Brandi pour les peintures. Notons que France-Lanord évoque déjà l'irréversibilité du nettoyage, notamment du retrait des produits de corrosion; cela le pousse à insister sur l'importance de la photographie pour documenter l'état premier de l'objet, auquel on ne pourra pas revenir.

<sup>6</sup> Archives du musée de l'Histoire du fer, fonds Albert France-Lanord, A. France-Lanord, Note sur les interventions de messieurs Organ et Waite à la conférence de l'ICCROM *Preservation and conservation. Principles and practices* en 1972 (s.d.), p. 9.

Cette règle de réversibilité doit toutefois être confrontée à la réalité pratique du travail d'Albert France-Lanord. Nombre des procédés ou des traitements que lui-même ou son équipe emploient sont difficilement réversibles voire irréversibles, et posent aujourd'hui des problèmes de dérestauration, comme les polyesters stratifiés. Il faut néanmoins préciser ici que France-Lanord fait preuve d'une certaine humilité, en reconnaissant en 1962 que le laboratoire de Nancy n'a pas toujours travaillé en accord avec le principe de réversibilité.

## Lisibilité

La lisibilité est un autre grand principe de la restauration, selon lequel les interventions modernes réalisées sur l'objet dans le but de lui rendre sa pleine signification physique et matérielle doivent être visibles et identifiables en tant que telles.

Pour Albert France-Lanord, qui reprend ce concept à Cesare Brandi, cette lisibilité peut se faire par la couleur, avec le choix d'une teinte proche de celle du métal d'origine, ou par le retrait.

Cette dernière technique est utilisée lors de la restauration de l'*Éphèbe d'Agde* : les zones comblées en résine sont en léger retrait par rapport à la surface du métal. On note ici qu'une méthode de restauration de peinture fut envisagée pour la restauration de l'Éphèbe d'Agde : il s'agit de la technique du *tratteggio*, consistant en l'occurrence à maquiller les comblements à l'aide de petits traits de peinture dans une teinte proche de celle du métal voisin.

Selon France-Lanord, si l'objet est lacunaire à plus de 50 %, il ne sera pas complété mais « présenté tel quel ou posé sur un fond qui en suggère la silhouette complète » (France-Lanord, 1962, 2). Ce dernier point, il convient de le souligner, est très moderne du point de vue muséographique en 1962.

Comme pour la réversibilité, le principe de lisibilité, si précisément théorisé par Albert France-Lanord, connaît quelques déboires dans son application pratique. Cela est notamment dû au fait que, comme il l'a lui-même dit, France-Lanord privilégie la réversibilité à la lisibilité. On ne peut toutefois que regretter la fréquente application grossière d'un mastic teinté sur les zones comblées et sur leurs abords, mastic qui tend parfois à recouvrir de larges zones du métal d'origine.

## La collaboration

Albert France-Lanord définit trois acteurs qui doivent travailler ensemble pour garantir la conservation de l'objet : le restaurateur, le conservateur et le scientifique. Le restaurateur est le garant de l'intégrité physique de l'objet, le conservateur de son message et le scientifique œuvre pour en améliorer la compréhension et développer des méthodes de traitement sans danger pour la matière. Cette conception du travail de restauration est à comprendre et à considérer selon le contexte de l'époque : il n'existait alors pas de diplôme de restaurateur, et le conservateur était le principal décideur des traitements à appliquer sur l'objet. Il faut également insister ici sur la singularité de la personnalité d'Albert France-Lanord, qui fut tout à la fois scientifique, conservateur et restaurateur, ce qui influença sans doute sa conception de la discipline.

France-Lanord insiste également, de manière visionnaire pour son époque, sur la nécessité de former des commissions de restauration pour les œuvres majeures à traiter, ou encore sur l'importance de centraliser les résultats d'examen et d'analyse scientifique, à des fins de recherche archéologique.

## Conclusion

Si les produits et les procédés ont changé, si l'approche de la matière a bien sûr évolué, la déontologie d'Albert France-Lanord est, dans son essence, l'une des origines de la pratique actuelle de la restauration des objets archéologiques en métal.

La théorisation de la restauration des métaux par France-Lanord se fait selon deux axes : d'une part, « l'invention » de notions nouvelles, dont la plus importante est celle d'épiderme ; d'autre part, la reprise de notions communes à la restauration en général et discutées dans les grandes conférences internationales, comme les notions de réversibilité et de lisibilité. L'aspect collégial de la définition de ces principes est par ailleurs souligné à de nombreuses reprises par Albert France-Lanord : « C'est pourquoi mon hommage à René Sneyers ne peut se dissocier d'un hommage à Paul Coremans, à Johns Gettens, à Cesare Brandi, Harold Plen-derleith, Pasquale Rotondi, Giovanni Urbani, Paul Philippot et tant d'autres. Que tous ceux qui ont participé à l'enthousiasme de la définition tant scientifique qu'humaniste de la conservation n'oublent pas les liens profonds qui nous enchaînaient à la matérialité de 'l'opera d'arte'. Ces liens qui impliquent beaucoup de sensibilité, d'affection et parfois d'amour. » (France-Lanord, 1984, p. 21).

## Références bibliographiques

**Brandi C.** (2015), *Théorie de la restauration*, traduction de Monique Baccelli, Paris, Allia.

**France-Lanord A.** (1962, 1), *La conservation des antiquités métalliques*, Nancy, Centre de recherche de l'histoire de la sidérurgie.

**France-Lanord A.** (1962, 2), « Le polissage électrolytique et les répliques transparentes », *Studies in Conservation*, vol. 7, n° 4, p. 121-134.

**France-Lanord A.** (1974), « Le Laboratoire d'archéologie des métaux du musée du Fer à Nancy », *Archeologia*, n° 67, p. 10-19.

**France-Lanord A.** (1984), « Hommage à la mémoire de René Sneyers (1918-1984) », *Bulletin de l'Institut royal du patrimoine artistique*, tome XX, p. 21.

La vie et le travail d'Albert France-Lanord ont fait l'objet d'un mémoire de recherche de master 2 de l'École du Louvre, consultable à la bibliothèque de l'École du Louvre :

**Rolland P.** (2017), *La matière et le message. Albert France-Lanord et la restauration des antiquités métalliques*, mémoire de recherche de master 2, sous la direction de Sophie Descamps, conservateur général du patrimoine au musée du Louvre, École du Louvre.

### Auteur

**Pauline Rolland** Conservatrice du patrimoine,  
pauline.rolland.edl@gmail.com.

# ALBERT FRANCE-LANORD ET LA RESTAURATION DES ANTIQUITÉS MÉTALLIQUES. MÉTHODES DE CONSERVATION-RESTAURATION AU LABORATOIRE D'ARCHÉOLOGIE DES MÉTAUX (1950-1970)

ANA RIBEIRO AROLD

**Résumé** Les restaurations anciennes effectuées au Laboratoire d'archéologie des métaux à Nancy durant la période 1950-1970 sont méconnues. Quels sont vraiment les matériaux et méthodes employés pour consolider, pour combler les lacunes et protéger les objets métalliques archéologiques à cette époque? L'étude des sources documentaires de ses deux fondateurs, É. Salin et A. France-Lanord, et son application pour l'identification de ces interventions anciennes sur des objets restaurés nous permettent de mener une réflexion plus juste sur ces restaurations, vis-à-vis d'une nouvelle intervention, et de tracer l'histoire de notre discipline.

## Introduction

Le travail de recherche est effectué sur les méthodes de consolidation, de comblement, de collage et de protection employées dans un des plus anciens laboratoires de France spécialisé dans la conservation-restauration des métaux. La période de l'étude commence dès la création du laboratoire de Nancy en 1950 jusqu'à 1970, moment d'uniformisation des techniques en restauration. À travers les publications de ses deux fondateurs, Édouard Salin et Albert France-Lanord, il est possible de tracer une évolution des techniques employées depuis le début du xx<sup>e</sup> siècle. Mais cette recherche n'est pas simple car, malgré les publications d'articles sur la restauration d'œuvres notables, où sont plus ou moins détaillées les interventions effectuées, il manque des renseignements techniques qui ne figurent pas sur les fiches de restauration. La connaissance des techniques anciennes devient ainsi difficile, car elle est confrontée au problème des archives qui ne sont pas classées, des informations éparpillées et, parfois, à une transmission orale d'informations difficiles à valider, etc.

L'étude documentaire des sources sera confrontée à l'observation d'interventions anciennes, non reprises ultérieurement, réalisées sur des objets conservés au Musée lorrain et sur le casque gallo-romain du musée Rolin (Autun), tous traités au laboratoire de Nancy.

La mise en lumière de ces méthodes de traitement est indispensable pour faciliter leur identification sur les objets, notamment lorsqu'il s'agit de réaliser des nouvelles interventions.

## Étude de sources documentaires

Une étude des sources documentaires (Ribeiro Arold, 2017) a été mise en œuvre afin de mieux percevoir les méthodes utilisées à cette époque au laboratoire.

Les sources documentaires sont constituées par :

- les publications d'A. France-Lanord et É. Salin et celles d'A. Thouvenin, le technicien-restaurateur;
- la documentation conservée au musée de l'Histoire du Fer, constituée de fiches et dossiers de restauration des œuvres les plus notables;
- les archives relatives au fonctionnement du laboratoire (courriers, factures, « journal de travail du laboratoire » de 1953-1961);
- les travaux non publiés d'A. France-Lanord (rapports, cours et notes).

Une étude complémentaire sur les propriétés physico-chimiques des matériaux les plus utilisés à cette époque permet de comprendre leur vieillissement et leur réversibilité, deux aspects importants en vue d'une intervention ultérieure.

Les informations obtenues ont permis de réaliser un tableau récapitulatif de ces techniques anciennes de conservation-restauration employées sur les métaux (Ribeiro Arold, 2017, p. 5-11) et d'avoir une vision générale de leur évolution dans le temps au laboratoire de Nancy. Avant même la création du laboratoire, certains traitements assez novateurs sont déjà connus, comme la stabilisation par bains alcalins des objets ferreux (Salin, 1939, p. 286) et le nettoyage par micro-sablage (Salin, 1945, p. 50).

Plus concrètement, au sujet du collage, de la consolidation, de la protection et du comblement, le fait de recenser les techniques employées trace un panorama révélant la rupture ou la continuité de leur utilisation (**fig. 1**). Par exemple, nous pouvons définir l'année 1958 comme une date clé, à partir de laquelle le laboratoire commence à utiliser les produits « phares » par lesquels il se fera connaître : la cire d'abeille mélangée avec de la cire de carnauba (France-Lanord, 1960, p. 98) comme système de protection et la résine polyester stratifiée (France-Lanord, 1958, p. 204-206) pour le collage et le comblement de lacunes.

	Protection	Consolidation	Comblement de lacunes	Collage
1950-1958	Vernis synthétiques Imprégnation ou pose : Polystyrol® Bedacryl® Plexiglas® Cire siliconée		Résine à base de limaille de fer  Mastic cellulosique ou de carrossier  Tôles en laiton brasées	Résines synthétiques : Duco-Cement®  Brasure à l'étain
1958-1970	Mise en atmosphère neutre : caissettes de Plexiglas® avec de l'azote  Cire d'abeille pure mélangée avec de la cire de Carnauba	Résine synthétique Bédacryl®  par imprégnation	Résine polyester insaturée : Norsodyne®, Stratyl® et Metolux®  Résine époxy Araldite® (à partir de 1969)	Résines synthétiques polyesters insaturées

**Figure 1** Tableau sur les techniques de protection, consolidation, comblement de lacunes et collage utilisés au Laboratoire (1950-1970). © Ribeiro.

Avant cette normalisation des produits, ils ont été pionniers dans l'emploi des résines synthétiques sur les métaux avec, par exemple, l'emploi du Plexiglas® ou poly-méthacrylate de méthyle. É. Salin ne va pas hésiter à se mettre en contact avec la société Alsthom, une des premières à fabriquer cette résine en France, afin de mettre en place un protocole de protection des objets métalliques. Pour cela il propose différentes solutions techniques :

- des inclusions (fig. 2), prohibées depuis 1952 par A. France-Lanord à cause de leur manque de réversibilité (France-Lanord, 1952, p. 421);
- la mise en caissettes sous atmosphère neutre (fig. 3), abandonnée probablement en 1959 à cause du noircissement de l'argent en contact de l'azote<sup>1</sup>;
- la création d'un vernis semblable à notre Paraloid® B44 actuel<sup>2</sup> (É. Salin, 1939, p. 287).

Une autre application très novatrice de ce matériau était la réalisation de soclages (fig. 3) faits sur mesure pour des objets remarquables.



**Figure 2** Mise en Plexiglas® d'une plaque-boucle de Trémont, appartenant à la collection du château de Montaigu, faite en 1942. © LAM.



**Figure 3** Caissettes en atmosphère neutre et soclage du casque de Baldenheim, au Musée archéologique de Strasbourg. Restauré en 1949. © Musée de l'Histoire du Fer.

<sup>1</sup> Selon une lettre du 11 août 1959 : correspondance entre la direction des musées de France et le laboratoire de Nancy, objet « restauration de pièces mérovingiennes appartenant au musée de Belfort », conservée dans les archives du musée de l'Histoire de Fer à Jarville-la-Malgrange, non classée.

<sup>2</sup> Appelé TB<sup>4</sup>Ca diluée à l'acétone ou toluène.

## Confrontation des sources à la restauration des objets réels

### Les objets du Musée lorrain

Une deuxième partie de l'étude est la confrontation des sources aux objets réels. Les objets sélectionnés devaient réunir deux conditions : ne pas avoir connu de « reprise » après la première restauration au laboratoire et conserver au moins la fiche de traitement, même si elle est sommaire.

Nous avons choisi de vous présenter deux objets, appartenant aux collections du Musée lorrain (Nancy) et restaurés au laboratoire à deux périodes différentes :

- une plaque-boucle en fer damasquinée restaurée en 1952, qui porte un comblement de couleur noire (fig. 4 et 5);



**Figure 4** Plaque-boucle damasquinée n° 2008.o.2330, Musée lorrain. © LAM.



**Figure 5** Détail de la résine noire du comblement au revers de la plaque boucle damasquinée n° 2008.o.2330. Musée lorrain. © LAM.

- un bassin en alliage cuivre avec des comblements assez importants, effectués en 1968 (fig. 6 et 7).



**Figure 6** Bassin en bronze n° G.1295. Musée lorrain. © LAM.



**Figure 7** Détail de la résine du comblement sur le bassin n° G. 1295.  
© LAM.

Avec des moyens d'examen et d'analyse simples nous pouvons tenter l'approche d'une identification des techniques de comblement, protection et collage anciens. La lumière UV a permis notamment de repérer la nature des matériaux de protection par la fluorescence de couleur bleu-violet caractéristique de la cire de carnauba (Böhm, 2007, p. 106), présente sur le bassin en alliage cuivre.

La radio nous a permis de mettre en évidence l'étendue des comblements et les techniques de collage/consolidation avec l'emploi de brasures (fig. 8), ainsi que la nature de la résine utilisée, grâce à l'identification de la présence d'une charge métallique caractéristique des deux types de résine employés au laboratoire (fig. 9).

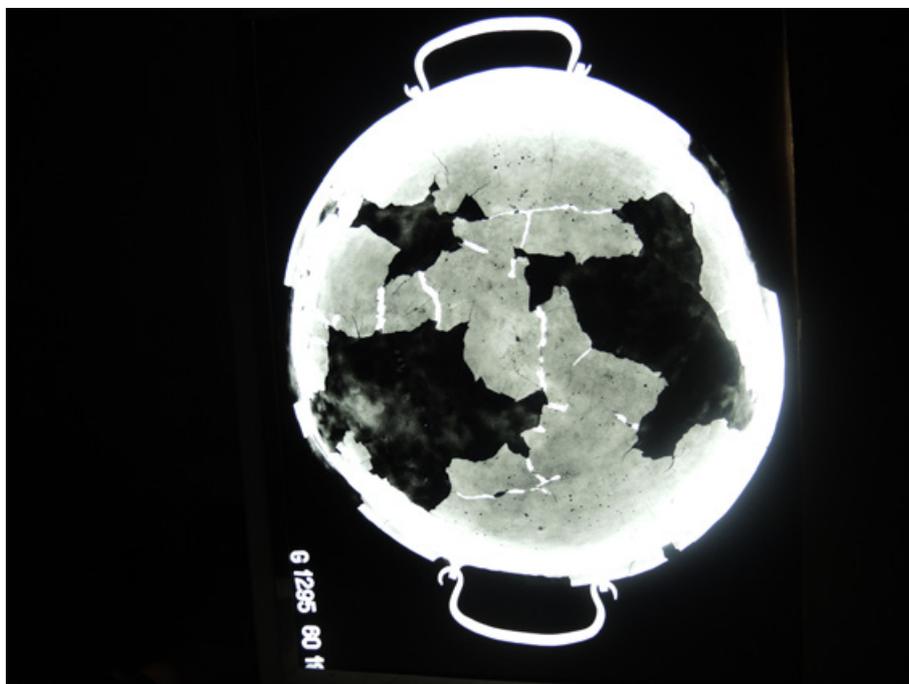


Figure 8 Radio X du bassin n° G. 1295. © LAM.

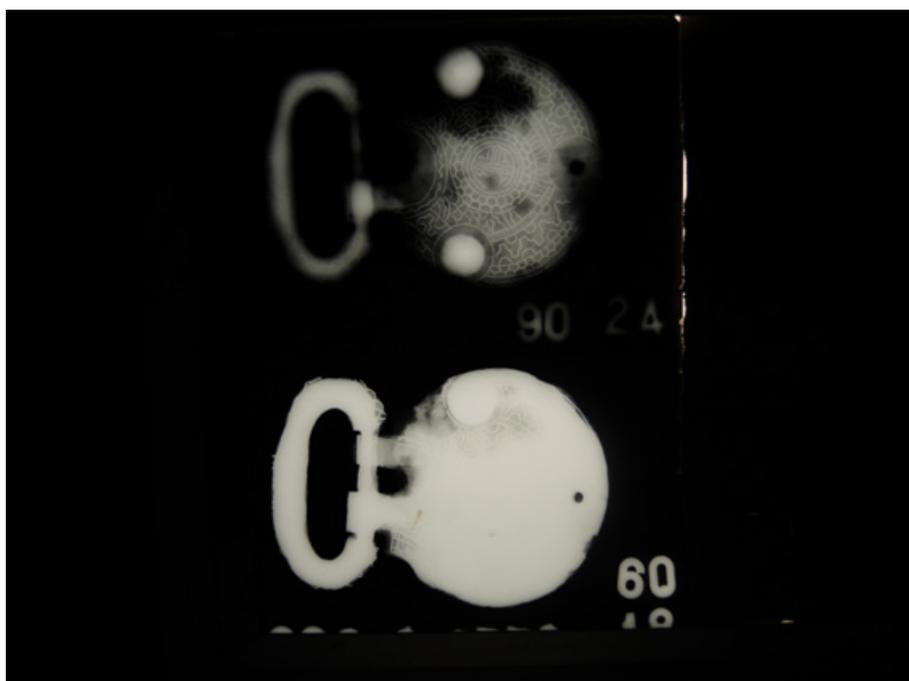
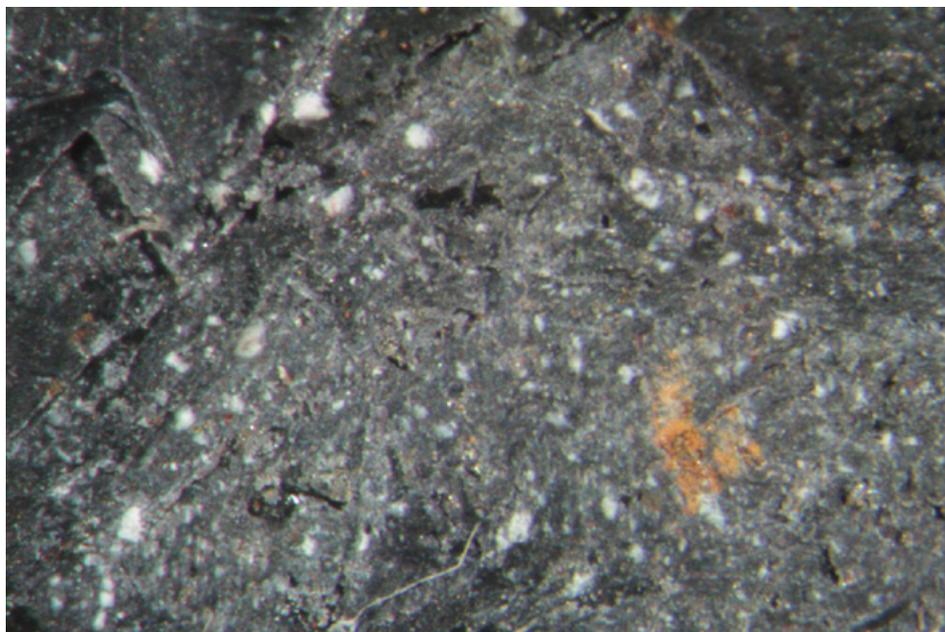


Figure 9 Radio X de la plaque boucle n° 2008.o.2330. © LAM.

Avec le microscope optique et la micro-fluorescence X, nous pouvons identifier la nature de la charge métallique. La micro-fluorescence X a permis de constater une forte présence de fer sous forme de limaille, caractéristique de la résine chargée de couleur noire sur la plaque boucle étudiée (**fig. 10**) et un mélange de laiton, fer et cuivre sur le bassin en alliage cuivre (**fig. 11**).



**Figure 10** Photographie par microscope optique  $\times 1,6$  de la résine noire présente sur la plaque boucle. © LAM.



**Figure 11** Photographie réalisé avec microscope optique  $\times 2,3$  de la résine présente sur le bassin. © LAM.

La mise en perspective de ces données avec les sources disponibles suggère l'utilisation de la résine noire appelée Smooth-on® et de la résine polyester Metolux®.

Nous avons pu constater que certaines méthodes ne sont pas, par la suite, complètement abandonnées, malgré l'introduction des nouvelles résines. La dextérité d'A. Thouvenin vis-à-vis des brasures explique peut-être qu'il ne les abandonne pas aisément.

### Le casque de parade du musée d'Autun

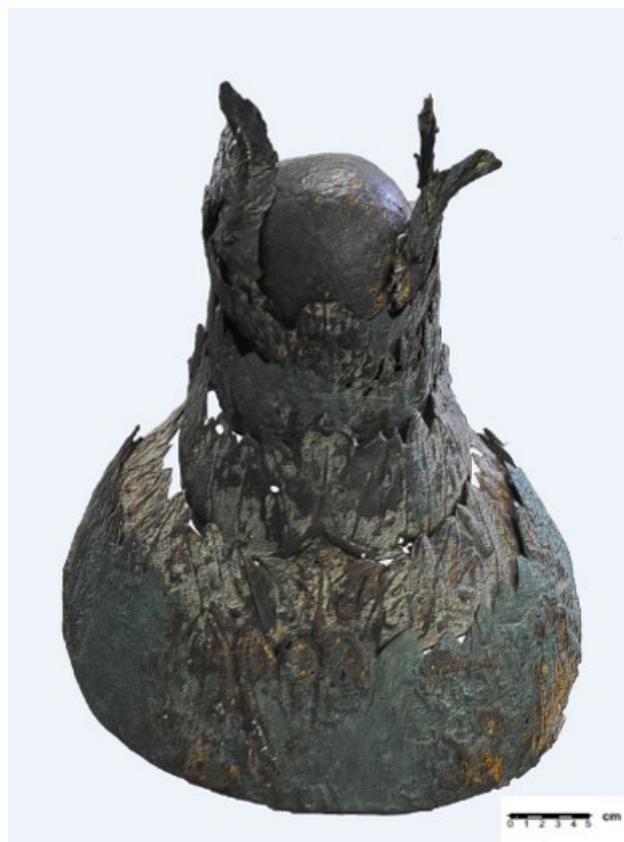
La troisième partie de l'étude est constituée du constat d'état d'un objet restauré aussi anciennement au laboratoire et de la proposition d'un traitement futur. L'objet choisi est le casque de parade du musée Rolin (Autun) (fig. 12 et fig. 13). Cet objet, restauré en 1957, permet d'éclairer une autre période de l'histoire du laboratoire de Nancy. Les interventions anciennes constatées sont :

- le redressage et des brasures à l'étain pour le remontage de fragments (fig. 14);
- les restitutions en tôle de laiton pour les parties manquantes (fig. 15);
- le mastic cellulosique de couleur rouge pour le rebouchage;
- l'emploi probable d'une cire siliconée comme moyen de protection.

L'étude de la restauration ancienne est fondée sur les observations visuelles réalisées *in situ* sur l'objet et les sources suivantes : la fiche de restauration, un article dédié à sa restauration (France-Lanord, 1959), la correspondance entre le musée Rolin et le laboratoire, le journal du laboratoire pour la période octobre-décembre 1957 et l'interprétation des exemples analogues de cette période, grâce à l'analyse globale des sources réalisée au préalable.



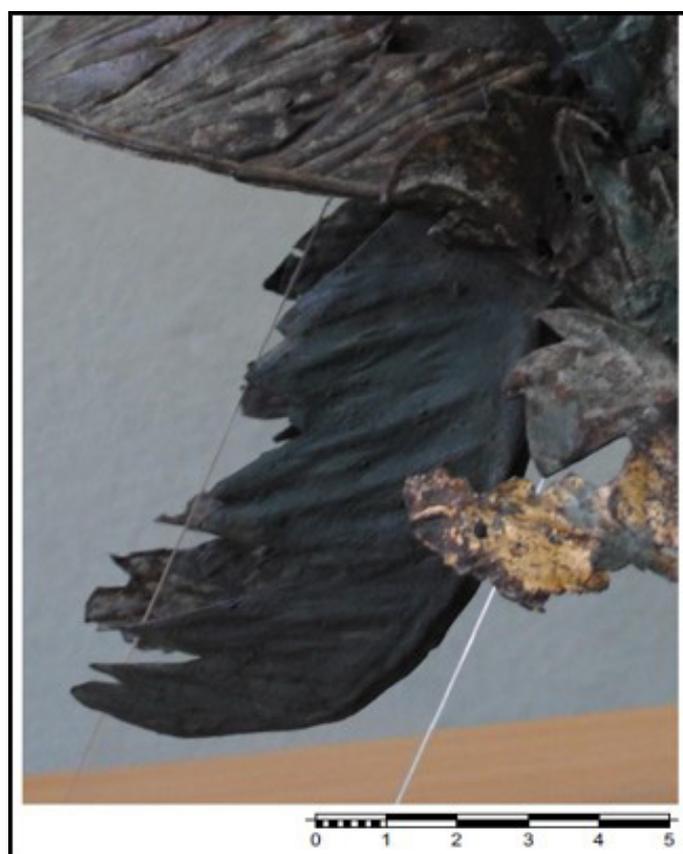
**Figure 12** Avers du casque de parade du musée Rolin (Autun). © Ribeiro.



**Figure 13** Revers du casque de parade du musée Rolin (Autun). © Ribeiro.



**Figure 14** Détail de brasures à l'intérieur du casque d'Autun. © Ribeiro.



**Figure 15** Détail de la restitution d'une paragnathide sur le casque d'Autun. © Ribeiro.

Face à une nouvelle proposition de traitement, un travail de réflexion s'imposait afin de définir le degré d'intervention. Le travail de recherche effectué au préalable nous a permis de réaliser une étude critique en prenant en compte d'autres aspects importants de cette restauration :

- le respect porté aux données archéologiques de l'objet. Même si certaines ont été sacrifiées de façon irréversible, cette restauration a quand même permis d'identifier l'objet et d'en avoir une compréhension d'ensemble;
- malgré son caractère très interventionniste, elle respecte le code déontologique : lisibilité des interventions, « réversibilité » relative et stabilité des matériaux;
- la valeur historique que possède actuellement le casque dans l'évolution de l'histoire de la restauration;
- la valeur anthropique de la restauration liée à la connaissance des données archéologiques disponibles à ce moment et les limites des techniques disponibles à cette époque.

Au regard de tout cela, face à une intervention nouvelle, le jugement d'une intervention ancienne doit être réalisé de façon plus prudente. Une dérestauration justifiée uniquement pour une raison esthétique ne fait qu'imposer notre perception esthétique actuelle, qui pourra évoluer dans l'avenir et qui finit à plus ou moins long terme par fragiliser l'objet. Cette démarche a été définie comme « restauration réitérative »<sup>3</sup>.

Dans cette optique, il sera préférable de réviser le contexte archéologique afin de vérifier que de nouvelles données ne faussent pas l'interprétation proposée par cette restauration ancienne. Si ce n'est pas le cas, on pourra se limiter à une re-restauration notamment ciblée sur les défaillances techniques de l'intervention antérieure, issues du vieillissement de certains produits utilisés et des légers problèmes d'instabilité liés à une exposition de plus de 60 ans.

## Conclusion

La recherche documentaire effectuée sur les techniques de restauration du laboratoire de Nancy nous a aidés à mieux les comprendre, les identifier et les situer chronologiquement dans l'évolution du laboratoire. La connaissance des restaurations anciennes, dans tous ces aspects, est une étape primordiale dans notre démarche méthodologique, car cela nous permet un jugement plus prudent envers une intervention ultérieure. Elles sont témoins de l'évolution de notre discipline et nourrissent notre questionnement.

La recherche documentaire a été confrontée aux objets réels avec l'utilisation de moyens simples d'examen et d'analyse, mais suffisants pour une première identification des techniques. Cette approche, intégrée dans un programme de recherche, pourrait encore être approfondie, par exemple, avec une analyse qualitative de certaines résines.

D'autre part, nous avons pu observer une réelle divergence entre les aspects théoriques émanant du directeur scientifique A. France-Lanord, imprégné de la déontologie de son temps, et la pratique du technicien- restaurateur A. Thouvenin. L'interventionnisme de ce dernier peut toutefois s'expliquer, en partie, par la dichotomie existante entre le scientifique et le praticien et par la charge de travail importante de ce dernier.

Mais cette étude ne s'achève pas ici, car il reste encore des sources non exploitées.

<sup>3</sup> Terme d'O. Yakhont dans l'article de Tollon, 1995.

## Références bibliographiques

**Bóhm C.** (2007), *Recherche sur les anciennes méthodes de conservation-restauration du fer archéologique. Collection d'étude : les objets de la Tène*, mémoire pour l'obtention du diplôme des Hautes Écoles spécialisées de Suisse occidentale en Conservation-restauration, objets archéologiques et ethnographiques, La Chaux-de-Fonds, Haute École d'arts appliqués Arc, non publié.

**France-Lanord A.** (1952), « Les techniques métallurgiques appliquées à l'archéologie », *Revue de métallurgie*, t. XLIX, n° 3, p. 411-422.

**France-Lanord A.** (1958), « Procédé nouveau de reconstitution des bronzes », dans *Comptes rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres*, Paris, p. 204-206.

**France-Lanord A.** (1959), Le casque du Musée d'Autun », *Revue des Arts, Musées de France*, n° 3, p. 109-112.

**France-Lanord A.** (1960), « La statue du bronze reconstituée dite de *Pacatianus* au musée de Vienne (Isère) », *Monuments et mémoires (Fondation Eugène Piot)*, tome LI, p. 93-96.

**Ribeiro Arold A.** (2017), *Recherche sur les méthodes de conservation-restauration au Laboratoire d'archéologie des métaux à Nancy (1950-1970), Étude de techniques de consolidation, collage, comblement et protection sur des objets en alliage cuivre et fer*, mémoire de Master 2, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, année universitaire 2016-2017.

**Salin É.** (1939), *Rhin et Orient. Le haut Moyen Âge en Lorraine d'après le mobilier funéraire*, Paris, Paul Geuthner, 335 p.

**Salin É. et France-Lanord A.** (1943), *Rhin et Orient. Le fer à l'époque mérovingienne. Étude technique et archéologique*, Paris, Paul Geuthner, 292 p.

**Salin É.** (1945), « Traitement au laboratoire des fers archéologiques », *Métaux et civilisations*, vol. 1, n° 3, p. 49-61.

**Tollon F.** (1995), « Quelques questions sur la dérestauration », dans ARAAFU, *Restauration, dérestauration et re-restauration*, actes du 4<sup>e</sup> colloque de l'Association des restaurateurs d'art et d'archéologie de formation universitaire (Paris, 5, 6, 7 octobre 1995), Paris, ARAAFU, p. 15.

### L'auteur

**Ana Ribeiro Arold** Conservatrice-restauratrice des biens culturels, Laboratoire d'archéologie des métaux, 1, avenue du Général de Gaulle, 54140 Jarville-la-Malgrange, [ana.ribeiro@grandnancy.eu](mailto:ana.ribeiro@grandnancy.eu).

# FRÉDÉRIC MOREAU, ARCHÉOLOGUE-COLLECTIONNEUR ET RESTAURATEUR DANS LA VALLÉE DE L' AISNE À LA FIN DU XIX<sup>e</sup> SIÈCLE. REGARD SUR L'ÉMERGENCE DE LA RESTAURATION EN ARCHÉOLOGIE À TRAVERS DEUX TRAITEMENTS RÉALISÉS SUR DES OBJETS « GAULOIS » EN FER DANS LES ANNÉES 1880

RAPHAËLLE CHEVALLIER, MARIE-PIERRE LAMBERT

**Résumé** Les restaurations anciennes de deux épées gauloises de la collection Moreau du musée d'Archéologie nationale ont été étudiées en 2012, à l'occasion d'une campagne de restauration confiée au Laboratoire d'archéologie des métaux. Menées en parallèle des dérestaurations, les deux études ont permis de mettre en valeur la source d'information que constituent ces traitements anciens aujourd'hui : elles documentent tant l'histoire de la restauration que celle des pratiques archéologiques en France à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. À partir des activités de Frédéric Moreau et des informations recueillies lors de la conservation-restauration, le contexte de réalisation des traitements au XIX<sup>e</sup> siècle est restitué et une reconstitution des procédés anciens est proposée.

L'archéologue-collectionneur Frédéric Moreau (1798-1898) est une figure illustre de l'archéologie nationale de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Il occupe une place majeure parmi les amateurs de cette période par l'importante collection d'objets gaulois, gallo-romains et mérovingiens qu'il a rassemblée, exposée puis léguée au musée des Antiquités nationales (MAN). Son parcours d'archéologue est également marqué par l'intérêt qu'il a porté à la restauration, illustré notamment par la création d'un atelier personnel destiné à la mise en valeur et la conservation de ses trouvailles.

Sa place dans l'émergence de la restauration en archéologie est présentée ici à travers l'étude de deux traitements, réalisés dans son atelier dans les années 1880, sur des épées en fer provenant d'un site gaulois de la vallée de l'Aisne.

Ces deux études se sont inscrites dans la dynamique de la réouverture des salles du deuxième âge du Fer du musée d'Archéologie nationale en 2012. Les deux épées ont en effet été envoyées au Laboratoire d'archéologie des métaux (LAM) pour restauration, en vue d'une présentation muséographique dans la salle consacrée à la collection Moreau. Cette salle, convertie en réserve dans les années 1970, devait être prochainement rouverte au public. N'ayant pas connu de modification depuis la première exposition de la collection en 1899, le projet était de mettre l'accent sur la muséographie du XIX<sup>e</sup> siècle exceptionnellement conservée.

Cette mise en lumière des débuts de l'archéologie nationale, auxquels le MAN est étroitement associé, permettait naturellement la mise en valeur de la restauration des objets

archéologiques au XIX<sup>e</sup> siècle. C'est pourquoi il a été spécifiquement demandé d'effectuer, lors de la conservation-restauration de ces objets, l'étude et la documentation de leur ancienne restauration.

Ces travaux, réalisés au LAM en 2012, entrent en résonance avec le thème de ces XXXI<sup>es</sup> Journées des restaurateurs en archéologie : ils illustrent la naissance et le développement de la restauration des objets archéologiques métalliques au XIX<sup>e</sup> siècle, mettent en évidence des techniques anciennes de conservation-restauration et présentent deux exemples de dérestauration réalisées sur des objets issus d'une même collection.

Après l'évocation des activités de Frédéric Moreau, replacées dans le contexte de la pratique archéologique et de l'émergence de la restauration au XIX<sup>e</sup> siècle, nous exposerons les études et traitements de conservation-restauration réalisés au LAM sur les deux épées pour, enfin, présenter quelques pistes d'interprétation à la suite de nos interventions.

## Frédéric Moreau, sa collection, son atelier de restauration

### Émergence de la restauration des objets archéologiques en France au XIX<sup>e</sup> siècle

L'émergence de la restauration des objets archéologiques en France est conjointe au développement de la pratique archéologique institutionnelle et d'amateurs. Celle-ci débute à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle avec l'apparition des premières sociétés savantes s'intéressant au patrimoine découvert sur le sol national, puis continue au début du XIX<sup>e</sup> siècle avec la création des premières commissions de sauvegarde des vestiges (comité des Travaux historiques – 1834; commission des Monuments historiques – 1837). Le véritable engouement pour l'archéologie, gauloise notamment, survient au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, lorsque l'empereur Napoléon III décide, pour documenter son *Histoire de Jules César*, d'ouvrir des chantiers de fouilles sur les hauts lieux de la guerre des Gaules. En créant la commission de Topographie des Gaules, il institutionnalise la recherche archéologique sur le sol français. Embrassant son intérêt, de nombreux amateurs, notables, membres de sociétés savantes, agriculteurs ouvrent également des sites.

Le musée des Antiquités nationales est créé en 1867. Il devait être, à l'origine, la vitrine des fouilles de l'empereur. Face à la multiplication des acteurs de l'archéologie et la prolifération des sites, toutes périodes confondues, il devient rapidement celle de l'activité archéologique en France. Dans ce contexte, la nouvelle patrimonialisation d'objets justes sortis de fouille va entraîner des besoins encore inédits en termes de restauration car, jusqu'à cette époque, cette discipline et les grands débats qu'elle inspire concernent principalement les monuments historiques et les Beaux-Arts. Le MAN fait figure de précurseur en France en concevant un atelier de restauration à des fins documentaires et scientifiques. Mais, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la restauration d'objets archéologiques est pratiquée par des personnes aux profils très différents (ouvriers, artisans, artistes, voire érudits-fouilleurs eux-mêmes). Elle reste une activité associée, selon les spécialités, à des fonctions commerciales, artistiques ou artisanales. Elle est pratiquée librement mais souvent dans l'ombre et avec des objectifs très variés.

Ainsi, pour mieux éclaircir et comprendre la naissance de cette discipline, les études historiques et l'investigation sur les restaurations elles-mêmes sont nécessaires. Étudier les objets de la collection de Frédéric Moreau constitue en cela une bonne opportunité. Cet amateur issu de la haute bourgeoisie a en effet pratiqué intensivement l'archéologie, sur le modèle de Napoléon III, dans la région champenoise et ses environs à partir des années 1870.

## L'archéologue amateur

Frédéric Moreau se démarque des autres archéologues amateurs de cette époque par l'originalité de sa vocation, à 70 ans passés, après une carrière de censeur à la Banque de France et d'élu local à Paris, puis dans l'Aisne. Actif durant plus de vingt ans, il se démarque également par la quantité de mobilier amassé : près de 16 000 objets provenant de 29 sites différents. Il privilégie dans ses recherches les sites funéraires pré-chrétiens où se concentre le mobilier de prestige. Les pratiques qu'il met en place sur le terrain, que l'on comprend implicitement dans ses procès-verbaux de fouilles, sont le reflet d'un intérêt exclusif pour les objets remarquables. Au cours de ses recherches, il abandonne plusieurs fois des sites qualifiés d'« improductifs » parce que sans mobilier intéressant. Il contrôle ainsi le travail des fouilleurs, travail destiné à amasser le plus d'objets en bon état pour une présentation rapide dans sa collection.

## Ses liens avec les institutions et le grand public

Frédéric Moreau entretient durant toute sa carrière d'archéologue des relations ambitieuses avec les institutions archéologiques locales et nationales. Celles-ci influencent ses pratiques sur le terrain et la mise en valeur de ses objets. Il reste cependant plus soucieux de la découverte d'objets admirables que de l'intérêt des fouilles pour la recherche archéologique. Il publie rapidement une série de fascicules richement illustrés relatant ses fouilles et présentant ses plus beaux objets sur des planches en couleur. Cet *Album Caranda*, du nom du premier site fouillé, est édité à 300 exemplaires et gracieusement distribué aux acteurs de l'archéologie au sens large. À partir de 1880, il expose les objets de sa collection dans des petits musées personnels dans ses propriétés de Fère-en-Tardenois, dans l'Aisne, et de Paris. L'intérêt du musée des Antiquités nationales pour les trouvailles de Moreau se manifeste du vivant de l'archéologue. Le legs de sa collection à sa mort correspond, de son côté, au désir sans cesse exprimé durant sa carrière de faire rayonner sa collection à un niveau national.

## L'atelier de restauration à Fère-en-Tardenois

Frédéric Moreau installe très vite un atelier de restauration dans sa propriété dans l'Aisne (**fig. 1**). Peu d'informations existent sur cet atelier et ses méthodes, les seuls éléments connus sont déduits des illustrations de *l'Album Caranda* et de rares allusions présentes dans ses notices. Ainsi, la variété des matériaux et types d'objets représentés sur les planches nous indiquent sans doute la diversité des pièces qui passaient des sites fouillés à l'atelier. Moreau n'effectue pas lui-même les restaurations : il cite des « auxiliaires », des « mains habiles », et quelquefois des noms (« Albert Desboves », « Henri Doyen »), inconnus remerciés pour leurs prouesses techniques sur des céramiques ou des fragments de mosaïque (Moreau, Pilloy, 1877-1894). Concernant les traitements, Moreau cite l'influence de l'atelier du MAN, notamment pour le traitement des métaux; ou encore l'aide précieuse de Henri Baudot, archéologue bourguignon, pour l'enseignement du dégagement des « oxydes » masquant les « filets d'argent » des damasquinures, sans l'utilisation d'« acide » mais avec des « limes » et « burins » maniés avec patience et dextérité (Moreau, Pilloy, 1885). Ces derniers extraits tirés de *l'Album* donnent de précieuses informations qui peuvent éclairer sur le choix de certaines interventions réalisées sur les épées présentées ici.



**Figure 1** Vue de l'atelier de restauration de Fère-en-Tardenois (planche n° XIII du *Petit album Caranda* - collection du musée de l'Histoire du Fer).  
© LAM/Musée de l'Histoire du Fer.

## Les épées 39903 et 39004 de la collection Moreau du MAN : études et restaurations

Les deux épées gauloises étudiées au LAM proviennent de la nécropole de Chassemy, commune située à quelques kilomètres à l'est de Soissons. Frédéric Moreau a découvert sur ce site des restes datant des époques néolithique, gauloise, romaine et mérovingienne. Les objets gaulois sont datés du IV<sup>e</sup> siècle avant J.-C. L'épée n° 39004 a été découverte en 1888 et l'épée n° 39903 en 1889. Comme la plupart des objets de la collection Moreau, elles ont probablement été restaurées rapidement après leur découverte.

L'enjeu de nos travaux était de comprendre et documenter les traitements anciens menés sur ces objets, puis de faire si possible le lien entre nos observations et les documents historiques connus.

### La restauration des objets archéologiques en fer dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle : un document majeur

Une référence majeure existe en effet pour la connaissance des traitements anciens réalisés sur les objets archéologiques en fer à cette époque. Elle est venue s'ajouter aux informations qu'a pu apporter l'observation de l'*Album Caranda*. Ce document est un article paru dans la *Revue archéologique* en 1865, écrit par Auguste Verchère de Reffye, officier d'ordonnance de l'empereur Napoléon III, assistant du souverain pour l'organisation du MAN et de son atelier de restauration.

Verchère de Reffye donne dans ce document des préconisations très détaillées pour la bonne conservation des objets en fer. Il y précise les matériaux (colle de poisson, encaustique, sable), les outils (pinces coupantes, gouges, burins, maillets, grattoirs, limes) et les procédés (action mécanique, usage de bains, traitements à chaud). Plusieurs interventions au rôle bien définis ressortent, illustrant la modernité des objectifs de traitement : le nettoyage des sédiments et des produits de corrosion, la consolidation, la prise d’empreinte avant traitement, le remontage, la protection contre la corrosion.

Ce document constitue un témoignage unique et particulièrement exhaustif sur la conservation des objets en fer au MAN au XIX<sup>e</sup> siècle. L’article a été diffusé et l’on peut imaginer que les méthodes qui y sont décrites ont pu avoir une certaine portée dans les milieux archéologiques européens, institutionnels et amateurs.

### L'épée et son fourreau n° 39903 - État avant traitement et dérestauration

Le seul document nous renseignant sur l’épée n° 39903 peu de temps après sa mise au jour est la planche n° 99 de *l'Album Caranda* (fig. 2). La notice associée à cette planche ne donne pas d’information pertinente sur le contexte de découverte du mobilier. Frédéric Moreau utilise le récit d’une découverte de l’archéologue italien Giovanni Gozzadini sur le site de Marzabotto pour décrire sa propre trouvaille (Moreau, Pilloy, 1889). L’illustration a néanmoins permis de supposer que l’objet avait peu évolué depuis la réalisation de la planche : seuls la fragmentation et la perte d’une partie de l’extrémité de l’épée et de la boulerolle, ainsi que les effets d’une corrosion récemment activée, différencient la représentation dans *l'Album* de l’objet avant dérestauration (fig. 3).



**Figure 2** Planche 99 de *l'Album Caranda* (nouvelle série) - collection du musée de l’Histoire du Fer : aperçu de l’épée n° 39903, à droite. © LAM/Musée de l’Histoire du Fer.



**Figure 3** Épée n° 39903 avant restauration au LAM.  
© LAM/Musée de l'Histoire du Fer.

Après la réalisation de l'examen matériel préalable, la documentation de l'ancienne restauration a été effectuée : des échantillons des différents matériaux anciens localisés lors de l'examen ont été prélevés afin d'être analysés (analyses réalisées dans un second temps par le LETIAM - université d'Orsay). À la demande du conservateur, un moulage d'une partie de l'objet avant dérestauration a été réalisé.

Cette documentation faite, les anciens traitements superficiels et les produits de corrosion situés au-dessus de la limite de la surface d'origine ont dans un premier temps été éliminés par micro-sablage sous loupe binoculaire. La protection contre la réactivation de la corrosion a ensuite été réalisée grâce à la pose d'un inhibiteur de corrosion (acide tannique appliqué selon le protocole de l'ICC) puis à celle d'un vernis acrylique (Paraloïd® B44). Enfin, la consolidation et le remontage des fragments ont été en partie réalisés grâce à la pose de films fins de fibres de verre encollés et la réalisation de comblements structurels amovibles, fabriqués à base d'une pâte de modelage époxydique (RenPaste® SV 36/Ren HV 36).

### Recomposition du traitement ancien grâce à la conservation-restauration et aux analyses

Le traitement a permis de révéler les montages abusifs, probablement destinés à augmenter la valeur esthétique de l'objet au moment de sa découverte. Des « boutons » ont notamment été placés de manière erronée sur l'entrée du fourreau, masquant le décor de dragons affrontés révélé par la dérestauration; ces deux éléments peuvent néanmoins provenir de l'objet et correspondre aux rivets de maintien de la poignée, que l'on trouve habituellement aux alentours de la soie de l'épée (**fig. 4**).

Le laboratoire d'analyses a pu identifier dans les échantillons une paraffine et un liant protéinique, correspondant probablement à une colle de poisson (**fig. 5**). À partir de ces résultats et des observations réalisées pendant la conservation-restauration, nous avons pu proposer une reconstitution du traitement ancien, étape par étape : un nettoyage probablement grossier (qui n'a pas atteint la limite de la surface d'origine) a vraisemblablement été réalisé en

premier. Dans un deuxième temps, les fragments ont été remontés à l'aide d'une colle avec un liant protéinique. Des comblements structurels entre le fourreau et l'épée ont ensuite été réalisés à l'aide d'un mélange de sable et de paraffine. Enfin, une protection globale de l'objet a probablement été effectuée, avec de la paraffine.



**Figure 4** Mise en évidence de la position des boutons par rapport au décor découvert sur l'entrée du fourreau. © R. Chevallier.

<b>Méthode de traitement des échantillons et analyse mise en œuvre</b>		
	<b>Silylation directe Cg/SM</b>	<b>Méthanolyse acide/ silylation CG/SM</b>
Échantillon 1 Substance à la surface du fourreau – couche de protection	Matière prélevée au dichloroformiate abondante Présence d'hydrocarbures saturés	Présence de dérivés d'acides aminés Présence de dérivés de monosaccharides Présence de corps gras (glycérol et acides) en faible quantité
Échantillon 2 Substance entre le fourreau et l'épée - colle	Matière prélevée au dichloroformiate peu abondante. Présence d'hydrocarbures saturés.	Présence de dérivés d'acides aminés abondants. Présence de dérivés de monosaccharides. Présence de corps gras (glycérol et acides) en faible quantité.
Échantillon 3 Substance entre le fourreau et l'épée – matériau de comblement	Matière prélevée au dichloroformiate abondante. Présence d'hydrocarbures saturés.	Présence de siloxanes. Présence de dérivés de monosaccharides à l'état de traces. Présence des mêmes hydrocarbures que ceux relevés par silylation directe. Présence de corps gras (glycérol et acides) en faible quantité.

**Figure 5** Résultats des analyses effectuées par le LETIAM. © R. Chevallier.

Le traitement de conservation-restauration et l'étude de cet objet nous ont ainsi permis de préciser l'identification d'une épée gauloise et son fourreau décoré du IV<sup>e</sup> siècle avant J.-C. (fig. 6). Ce travail a également permis de dégager les similitudes entre les pratiques de l'atelier de Moreau et les préconisations de Verchère de Reffye pour le traitement des objets en fer.



**Figure 6** Épée n° 39903 : relevé du décor mis au jour sur la plaque avers du fourreau. © R. Chevallier.

### L'épée n° 39004 - Récit de sa découverte dans l'*Album Caranda*

L'épée n° 39004 (fig. 7) est publiée dans l'*Album Caranda* de 1889. Dans les notices, contrairement à celle concernant l'épée n° 39903, Frédéric Moreau explique avec précision la découverte de l'inhumation d'un cavalier avec son cheval. L'équipement de ce guerrier est décrit par ces mots : « une longue épée en fer » et « plusieurs objets assez curieux, en fer et bronze, mais dont la destination est à déterminer » (Moreau, Pilloy, 1889, fig. 8). Frédéric Moreau avait-il déjà pressenti quelque chose de curieux dans cette aventure ?



**Figure 7** « Épée » n° 39004 avant restauration au LAM.  
© LAM/Musée de l'Histoire du Fer.

Dans le texte de l'explication des planches, l'archéologue apporte des précisions supplémentaires : il relate que le 12 octobre 1888, suite au passage de la charrue, une fosse de dimensions peu ordinaires est mise au jour. Il y apparaît « aussitôt et assez près de la surface plusieurs Objets intéressants » et il décrit l'épée en ces termes : « C'était d'abord une grande Épée en fer, à deux tranchants, longue de 0,87 m, soie comprise, large de 0,03 m, et terminée par une Bouterolle tréflée ». Les spécialistes de cette période indiquent que « ce type de sépulture de cavalier gaulois accompagné de son cheval ne connaît aucun équivalent dans les



**Figure 8** Planche 94 de l'*Album Caranda* (nouvelle série)- collection du musée de l'Histoire du Fer : fouilles de 1888, aperçu de l'épée n° 39004, à gauche.  
© LAM/Musée de l'Histoire du Fer.

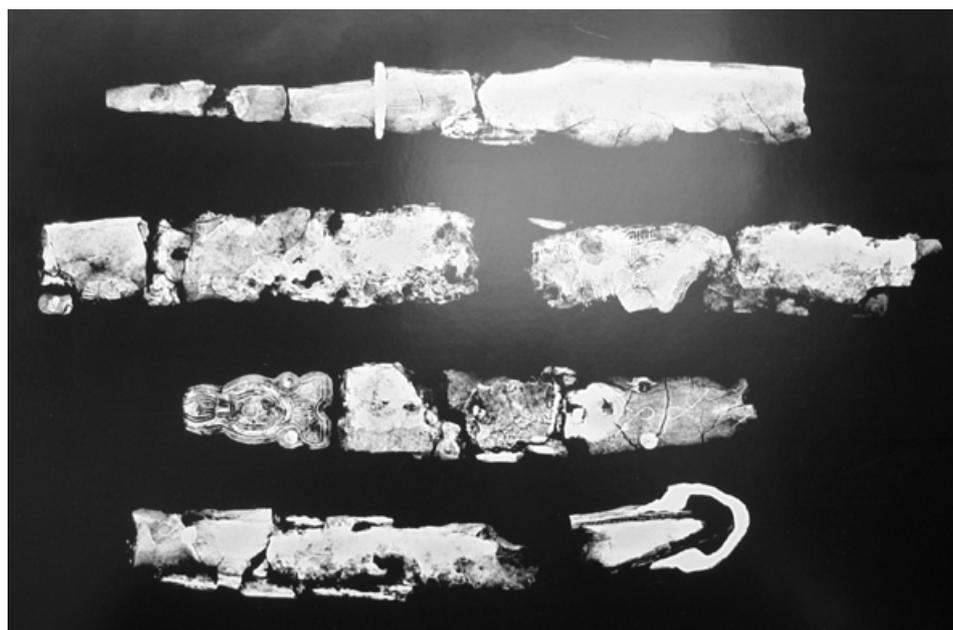
innombrables tombes de Champagne du début du Second âge du Fer recon- nues aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles » (Moreau, Pilloy, 1889).

### Examen de l'« épée » au LAM

Lors de son arrivée au laboratoire pour restauration, l'épée était donc identi- fiée comme datant de la période gau- loise. Elle était maintenue par des fils de fer sur une tôle de fer en berceau. Elle était marquée par six crevasses transversales et était couverte d'une gangue de corrosion marron paraffinée. Dans cette gangue apparaissaient loca- lement des éclats de corrosion noirs puis, sous-jacentes, se succédaient les couches de magnétite.

La radiographie de l'objet (**fig. 9**) révéla des informations plutôt extraordi- naires. En effet l'« épée » est un mon- tage de 13 objets archéologiques identi- fiables et de fragments indétermi- nés, dont certains sont damasquinés. Sont dénombrés : quatre fragments de cou- teaux (soie, virole, lame), un fragment

de manche avec traces organiques, quatre plaques damasquinées avec partie d'ardillon, une bouterolle avec pointe de lame d'épée et deux fragments d'épée et de fourreau.



**Figure 9** Radiographie de l'« épée » n° 39004. © LAM/Musée de l'Histoire du Fer.

Cet artefact a donc été réalisé à partir de fragments d'objets archéologiques de provenances probablement diverses. Plusieurs appartiennent à des pièces d'équipement funéraire mérovingien. Certains éléments sont disposés bout à bout ou se superposent. Les différentes parties ont été assemblées par un mastic chargé de fils d'argent et de fragments de magnétite. Ce sont de petits éclats anguleux de 1 mm à 2 cm de côté. D'autres matériaux ont été observés : une colle pour maintenir l'objet sur son support, un mastic marron foncé entre les six plus grands éléments, une matière claire et granuleuse sous la paraffine, localement, une matière orangée, un mastic chargé de magnétite dans lequel ont été enchâssés les objets.



**Figure 10** « Épée » n° 39004 après restauration au LAM. © LAM/Musée de l'Histoire du Fer.

## Conclusion

Les traitements anciens identifiés sur les deux épées soulignent la personnalité de Frédéric Moreau et la singularité de son parcours en archéologie, oscillant entre ambition scientifique et quête immodérée de reconnaissance publique. Au-delà des apports pour la recherche archéologique actuelle (par la précision du contexte culturel d'un objet d'un côté et l'identification d'un faux de l'autre), les deux études sur ces objets ont permis, d'une part, de préciser certains matériaux et procédés de restauration pratiqués dans un atelier actif à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et, d'autre part, de mettre directement en relation des informations matérielles avec des documents historiques.

Ce regard sur ces deux traitements anciens permet également de nous interroger sur le contexte de réalisation des restaurations : quelles sont les intentions derrière les gestes restitués ? Il semble probable qu'une partie des choix des traitements anciens ait été déterminée par diverses contraintes techniques et la disponibilité des outils à l'époque de leur réalisation. À ces possibilités s'ajoute probablement la méconnaissance des mécanismes de corrosion et de la notion de surface d'origine, ce qui peut par exemple expliquer en partie pourquoi le décor gravé du fourreau de l'épée n° 39903 n'a pas été mis en évidence au XIX<sup>e</sup> siècle.

D'autres explications sont possibles, qui touchent aux aspects sociologiques qui ont permis ces premiers traitements. Ainsi, l'existence d'un faux réalisé dans un atelier ayant pourtant les capacités de restaurer les fragments d'objets qui le constituent (comme le prouvent certains objets damasquinés de la collection et les planches de l'*Album Caranda*), nous renvoie vers des explications potentiellement liées au contexte de la pratique archéologique au XIX<sup>e</sup> siècle. Il faut sans doute y voir une volonté d'esthétisation des objets archéologiques, associée au poids de la représentation sociale des archéologues amateurs, mais peut-être également la pression économique des petites mains sur la fouille, dans l'atelier, à la recherche de l'objet le plus « remarquable », le plus gratifiant, telle une épée gauloise.

## Références bibliographiques

**Chevallier R.** (2013), *Conservation-restauration d'une épée gauloise et son fourreau issus de la collection Frédéric Moreau du musée d'Archéologie nationale*, mémoire de Master 2 professionnel Conservation-restauration des biens culturels, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 126 p.

**Chevallier R.** (2014), « Étude de la restauration de l'épée gauloise MAN 39903 de la collection Frédéric Moreau du musée d'Archéologie nationale : contexte, matériaux et procédés d'un traitement réalisé au XIX<sup>e</sup> siècle », *Antiquités nationales*, tome 44, p. 77-86.

**Lambert M.-P.** (2014), « Une fausse épée gauloise de Chassemy (Aisne) dans la collection Frédéric Moreau », *Antiquités nationales*, tome 44, p. 139-144.

**Moreau F., Pilloy J.** (1877-1894), *Album Caranda*. Saint-Quentin, Ch. Poëtte.

**Moreau F., Pilloy J.** (1882), « Les fouilles d'Armanières (Aisne) 1881, Sépulture mérovingienne d'Armanières, Explication des planches. Extrait du journal de fouille 1881 », dans *Album Caranda*, Saint Quentin, Ch. Poëtte.

**Moreau F., Pilloy J.** (1885), « Sépultures gauloises, mérovingiennes et Moyen Âge. Explication des planches. Extrait du journal de fouille 1884 », dans *Album Caranda*, Saint Quentin, Ch. Poëtte, 1885.

**Moreau F., Pilloy J.** (1889), « Les nouvelles fouilles de Chassemy et la fin de celles de la villa d'An-cy, Explication des planches. Extrait du journal de fouille 1888 », dans *Album Caranda*, Saint Quentin, Ch. Poëtte.

**Moreau F., Pilloy J.** (1896), *Catalogue des objets d'antiquité aux époques préhistorique, gauloise, romaine et franque, de la collection Caranda*, Saint-Quentin, Ch. Poëtte.

**Moreau F., Pilloy J.** (1896), *Supplément au catalogue des objets d'antiquité aux époques préhistorique, gauloise, romaine et franque, de la collection Caranda*, Saint-Quentin : Ch. Poëtte.

**Vercheyre de Reffye A.** (1865), « Procédés pour le nettoyage et la conservation des objets en fer », *Revue archéologique*, vol. XI, p. 392-397.

### Les auteurs

**Raphaëlle Chevallier\*** Conservateur-restaurateur indépendante, 33, rue du Faubourg du Temple, 75010 Paris, [raphaellechevallier.cr@gmail.com](mailto:raphaellechevallier.cr@gmail.com)

**Marie-Pierre Lambert** Conservateur-restaurateur, Laboratoire d'archéologie des métaux, métropole du Grand Nancy, 1 avenue du Général de Gaulle, 54140 Jarville-la-Malgrange, [marie-pierre.lambert@grandnancy.eu](mailto:marie-pierre.lambert@grandnancy.eu)

Institutions : Laboratoire d'archéologie des métaux, musée de l'Histoire du fer, métropole du Grand Nancy, musée d'Archéologie nationale, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, avec la collaboration du LETIAM, IUT d'Orsay, université Paris Sud Saclay.

# NOUVELLES UTILISATIONS DES GELS À BASE D'AGAR POUR LE NETTOYAGE DES MÉTAUX

ANDRÉA DUPKE, AYMERIC RAIMON, ÉLODIE GUILMINOT

**Résumé** Depuis plusieurs années, notamment grâce aux travaux de R. Wolbers, les restaurateurs de peintures utilisent des gels avec succès. Cette pratique de traitement par gels est encore peu répandue lors des restaurations des objets métalliques. Les gels à base d'agar sont faciles à mettre en œuvre, non toxiques et peu coûteux. Ils peuvent être très adaptés pour des traitements chimiques ou électrochimiques de nettoyage des métaux. Dans le cadre de cette étude, les propriétés physico-chimiques des gels à base d'agar seront présentées, comparées à d'autres gels, comme le Xanthane ou le Nanorestore®. Différents exemples d'applications de traitements par gels réalisés sur une collection d'objets métalliques historiques sont exposés, afin de montrer la potentialité de ces traitements et leurs limites. Au travers d'études de cas, ces traitements par gels sont comparés à des traitements plus traditionnels ou d'autres traitements innovants comme l'électrolyse localisée avec le Pleco.

Les nettoyages chimiques et électrochimiques sont reconnus pour leur efficacité dans de nombreux cas de traitements d'objets métalliques. La nature des solutions utilisées est variable et dépend de l'action recherchée. Ainsi, un solvant permet de dissoudre, diluer ou extraire certaines substances comme les vernis, les sédiments ou les produits de corrosion. L'ajout d'un agent actif (complexant, réducteur, acide, base) augmente le pouvoir de dissolution du solvant. Néanmoins, la principale limite de ces nettoyages est l'immersion souvent complète des artefacts, certains ne pouvant pas supporter un tel traitement à cause de leur fragilité ou de leur composition (objets composites). Des nettoyages localisés restent possibles, notamment par l'utilisation de cotons-tiges ou de compresses imprégnées de solvant. Cependant, de telles techniques exigent un renouvellement régulier, induit par la volatilité importante des solvants. Par ailleurs, ces applications sont inadaptées aux surfaces verticales (écoulement de la solution hors de la zone traitée).

L'idée de localiser les traitements chimiques ou électrochimiques reste séduisante, car elle peut répondre à de nombreux besoins de traitements d'objets métalliques. La localisation des traitements électrochimiques a fait l'objet de plusieurs recherches qui ont abouti au développement d'un nouvel outil, le Pleco, pinceau électrolytique créé par la Haute École Arc de Neuchâtel (Degrigny, 2016). Les travaux de R. Wolbers au début des années 1990 ont également été décisifs pour les traitements chimiques avec l'utilisation de gels pour emprisonner les solutions de traitement (Wolbers, 2013). Le principal gel promu par Wolbers est l'agar, gel non toxique et peu coûteux, qui, malgré un succès certain auprès des conservateurs-restaurateurs de peintures, reste peu utilisé dans le traitement des métaux.

Dans cet article, nous proposons de présenter le gel d'agar et son potentiel pour les traitements des objets métalliques et de le comparer à un gel d'agar modifié commercialisé par la société CTS sous le nom de Nevek®. Après une présentation de leurs propriétés, ces gels sont testés dans le cadre du traitement d'une collection d'objets d'art islamique. L'efficacité de ces traitements est discutée et comparée avec des techniques de nettoyage localisé, un bilan et des perspectives de recherche sont proposés.

## Présentation des gels à base d'agar

Actuellement employé dans le domaine alimentaire et de la culture microbiologique, l'agar se présente sous la forme d'une poudre blanche ou jaunâtre dérivée d'algues marines rouges. Chimiquement, l'agar est un polysaccharide complexe composé de deux types de polysaccharides : l'agaro-pectine et l'agarose, cette dernière assurant le pouvoir gélifiant. Le gel formé est dit physique car la gélification est due aux liaisons hydrogène créées par les interactions électrostatiques entre les atomes d'hydrogène et les atomes les plus électronégatifs (comme F, O ou N). Les gels d'agar ont une hystérésis de gélification élevée, ce qui signifie qu'ils ont une grande différence entre la température de gélification (38 °C) et la température de liquéfaction (85 °C) (Armisen, 2009). Cette hystérésis de gélification varie en fonction des types d'agar ( $T_{\text{gel}}=30-50$  °C et  $T_{\text{liq}}=85-90$  °C) (Beaugnon, 2012). À 85-90 °C, l'agitation thermique empêche toute formation de liaisons hydrogène entre les chaînes moléculaires : le gel est alors à l'état de solution et les molécules sont donc indépendantes les unes des autres. Lorsque la température diminue (phase de gélification), les chaînes moléculaires se réorganisent en formant une structure à double hélice, créant ainsi des cavités permettant d'emprisonner des grandes quantités de molécules d'eau. Des liaisons hydrogène sont formées entre les chaînes : le gel se rigidifie. Cependant, ces liaisons restant faibles, le réseau formé par un gel physique est moins résistant mécaniquement qu'un gel chimique, dont la réticulation est assurée par des liaisons covalentes.

Cette modalité de gélification confère à l'agar certaines de ses propriétés remarquables, telles que la thermo-réversibilité et la bonne rétention des solutions.

Malgré la large application des gels conventionnels d'agar, la préparation – avec les étapes de pesage, dissolution, chauffage – a souvent freiné son utilisation en restauration, avec le risque de mauvaises utilisations (fabrication de gel visqueux au lieu de gel solide et souple). Une nouvelle formulation commercialisée par CTS, le Nevek®, a été développée sous forme de pré-gel homogène et prêt à l'emploi. Produit commercial, sa formulation n'est pas disponible, mais il semble contenir du propanol et un autre gélifiant, l'alginate de calcium.

Une étude préalable (Dupke, 2017) a permis d'étudier différentes propriétés de ces gels à base d'agar, notamment leur comportement en fonction du pH, le stockage, les résidus laissés sur la surface traitée, la rétention de la solution de traitement, et de les comparer à d'autres gels, tels que le Xanthane ou le Nanorestore® (fig. 1).

1 <http://www.ctseurope.com/fr/dettaglio-news.php?id=362>

Produit	Agar	Nevek®	Xanthane	Nanorestore®
Fournisseur	Biokar Diagnostics	CTS	Kremer Pigmente	CSGI, université de Florence (Italie)
Concentration	4 % Selon Wolbers	50 % Selon fiche produit	2 % Selon Wolbers	Feuille imprégnée d'eau
T° liquéfaction	80 °C	80 °C	70 °C	Déjà en gel, vendu sous forme de film
Nature de la réticulation	Physique	Physique	Physique	Chimique
Rétention <sup>2</sup> : pénétration sur un support en plâtre	0 mm	0 mm	5 mm	0 mm
Résidu présent sur une plaque rugueuse à froid	0,2 g/m <sup>2</sup>	0,5 g/m <sup>2</sup>	1,8 g/m <sup>2</sup>	0 g/m <sup>2</sup>
Résidu présent sur une plaque rugueuse à chaud	0,4g/m <sup>2</sup>	0,7 g/m <sup>2</sup>	2,1 g/m <sup>2</sup>	0 g/m <sup>2</sup>
Conductivité <sup>3</sup>	13 mS/cm	6 mS/cm	12 mS/cm	Non mesurée <sup>4</sup>
Tenue au pH	Pas de gélification à pH acide (1,5), texture visqueuse à pH basique (12,5)	Texture visqueuse à pH acide (1,5) mais possibilité d'obtenir le gel à pH basique (12,5)	Même texture à 1,5<pH<12,5	Tenue du film à tout pH mais limite la durée dans le temps du gel aux pH acides (1,5)

**Figure 1** Spécifications et propriétés des gels étudiés (Dupke, 2017).

Les gels à base d'agar ont une bonne rétention de la solution de traitement. Néanmoins, ils réagissent mal aux pH extrêmes. Ainsi, à un pH de 1,5, les gels restent visqueux, alors qu'à un pH de 12,5, les gels deviennent rigides mais de manière beaucoup plus lente (plus de 20 minutes au lieu des trois minutes nécessaires à la gélification avec une solution neutre). Les gels d'agar laissent quelques résidus à la surface de l'objet traités. Les quantités restent cependant faibles (de l'ordre de 0,2 à 0,7 g/m<sup>2</sup>) et dépendent du mode d'application et de la rugosité de la surface : la rugosité de surface et l'application à chaud tendent à laisser plus de résidus.

Le développement de moisissures sur ces gels d'agar dès qu'ils sont exposés à l'air limite fortement la possibilité de stockage. De plus, lorsque les gels à base d'agar sèchent, ils sont difficilement ré-hydratables donc réutilisables. Bien qu'il soit possible de conserver pendant plusieurs jours les gels à base d'agar en solution aqueuse dans un sachet zippé, il reste préférable de les préparer au moment de leur utilisation.

<sup>2</sup> La mesure de rétention d'un gel définit sa capacité à conserver un liquide dans sa structure. Ainsi, plus la rétention d'un gel est importante, moins le liquide pourra s'écouler en dehors du gel. Dès lors, lorsque la rétention est élevée, on parle de traitement d'extrême surface.

<sup>3</sup> Mesure de conductivité réalisée avec un conductimètre (3110 SET 1 [WTW]) et une solution de NaNO<sub>3</sub> à 1 %m (dont la conductivité est de 11 mS/cm).

<sup>4</sup> La trop faible épaisseur des films Nanorestore® rendait impossible la mesure de conductivité.

## Utilisation des gels en traitement

### Préparation des gels

La préparation des gels à base d'agar, pur ou modifié (Nevek®), est simple mais nécessite des étapes avec des températures précises, critère fondamental pour la réussite de formation du gel. Dans un bécher en verre, la solution de traitement choisie est chauffée à environ 55 °C sous agitation constante. Puis, l'agar en poudre (concentration de 4 %<sub>mas</sub>) ou en pré-gel (Nevek®, concentration de 50 %<sub>mas</sub><sup>5</sup>) est ajouté progressivement. La température est ensuite augmentée jusqu'à environ 80 °C puis maintenue jusqu'à obtenir un mélange homogène et translucide. Le gel ainsi formé peut être appliqué soit à chaud (voir partie suivante sur les techniques d'application), soit à froid. Dans ce dernier cas, la solution est coulée en fine épaisseur dans un moule afin d'obtenir des feuilles après refroidissement complet. Le temps nécessaire pour la gélification de ce type de gel est d'environ 3 minutes.

La préparation à chaud de ces gels permet l'utilisation d'une gamme variée d'agents chimiques (complexant, acide, base, oxydant et réducteur), pour peu qu'ils ne présentent pas de pH extrêmes et qu'ils supportent une montée importante en température. Dans le cas des solvants organiques (l'acétone par exemple), l'agar modifié (Nevek®) possède l'avantage de pouvoir être mélangé à froid, tel qu'il est commercialisé. À l'instar d'une préparation à chaud, la solution chimique ou solvant est mélangée à 50 %<sub>mas</sub> avec le gélifiant, mais le gel ainsi obtenu reste visqueux. Il présente alors le même inconvénient que le Xanthane : il laisse de nombreux résidus à la surface de l'objet.

Thermoréversibles, il est possible de réutiliser ces gels, même après leur gélification complète. Les gels sont alors fragmentés et de l'eau déminéralisée est rajoutée. L'ensemble est ensuite chauffé au bain-marie jusqu'à environ 80 °C. La température est maintenue jusqu'à obtenir à nouveau un mélange homogène et translucide. Cette technique est actuellement empirique, puisqu'aucune quantité de solution chimique à rajouter n'a été quantifiée, cependant nous avons pu observer qu'un gel ne peut guère être réutilisé plus de deux fois. De même, la gélification semble être plus rapide. Par ailleurs, il est important de prendre en compte l'effet du réchauffement répété sur l'évolution de la concentration de la solution. Le rajout d'eau déminéralisée doit assurément compenser cette augmentation de la concentration de la solution chimique présente dans le gel mais, à nouveau, de manière empirique.

### Application des gels

Les différents tests nous ont progressivement appris à normaliser l'application de ces gels. Quelle que soit la nature du gélifiant ou la méthode de préparation, l'important est d'appliquer uniformément le gel et de s'assurer qu'aucune « bulle » d'air ne soit piégée entre le gel et la surface métallique. En effet, dans le cas contraire, l'agent actif agit de manière différentielle, pouvant alors causer la formation d'auréoles, notamment pour les surfaces métalliques du mobilier historique. À noter que la bonne rétention de ces gels d'agar et le peu de résidus laissés ne nécessitent pas l'utilisation d'une interface de type papier Japon.

Les feuilles de gel obtenues suite à une préparation à froid sont découpées au format de la zone à traiter. Les surfaces lisses se prêtent particulièrement bien à ce type de traitement. La

<sup>5</sup> Données provenant des fiches techniques des produits.

feuille est alors déposée avec une spatule, puis légèrement pressée contre la surface à traiter, afin non seulement d'éjecter l'air, mais aussi d'assurer une bonne adhésion du gel sur l'objet. L'épaisseur de la feuille est importante et doit osciller entre 2 et 3 mm. En dessous de cette épaisseur, la tenue mécanique du film est insuffisante et empêche une bonne manipulation; son adhésion à la surface métallique s'en trouve alors altérée. Il est possible, au moment de la gélification de la feuille, d'y déposer une gaze afin d'obtenir des bandes de gel longues, solides et néanmoins malléables. Il est ainsi possible de traiter des surfaces inclinées.

Pour une application à chaud, les gels sont coulés à l'aide d'une seringue (sans aiguille) en une épaisseur d'environ 5 mm. La température du gel et, donc, sa consistance au moment de son application sont des critères intéressants à observer. Ainsi, une application très liquide du gel (celui-ci peut être maintenu dans cet état grâce à un bain-marie) permet une dépose uniforme, notamment pour les surfaces rugueuses. Par ailleurs, l'apport de chaleur et la transformation physique du gel de son état fluide à solide (gélification) favoriserait l'extraction des particules (Beaugnon, 2012). À l'inverse, l'utilisation d'un gel partiellement pris aide à son adhésion sur une surface verticale.

À l'instar de tout autre gel, le temps d'application de ces préparations est variable en fonction de la nature du substrat, de l'état de conservation de l'objet et de l'effet escompté. Il est cependant intéressant de constater que les gels restent actifs durant plusieurs heures.

## Résultats des traitements

Les gels d'agar ont été testés pour le traitement de la collection d'art islamique de Pierre Loti, dont la maison est aujourd'hui labélisée « musée de France ». Situé à Rochefort, cet ensemble d'objets d'art collecté par l'auteur est caractérisé par sa grande richesse : variété des typologies, des techniques de création et des matériaux présents.

Cette collection d'environ cent objets, présente de nombreuses problématiques :

- nettoyage de mobilier composite (métaux et matériaux organiques), des objets pouvant être constitués jusqu'à cinq matériaux différents;
- dégageant de feuilles métalliques peu adhérentes au substrat métallique;
- nettoyage de surfaces métalliques difficilement accessibles.

Face à ces difficultés, ainsi qu'à la quantité importante d'objets à traiter, nous avons cherché à mettre en place un protocole simple, rapide et commun à l'ensemble de la collection, notamment en vue d'obtenir des nettoyages homogènes.

Les premiers tests de traitement nous ont fait porter notre choix sur l'utilisation du gel Nevek®, l'agar traditionnel séchant trop rapidement et devenant alors rapidement cassant et donc plus difficile d'utilisation. De même, l'emploi répété de ces gels nous ont permis d'affiner progressivement leur protocole d'application tel que nous l'avons précédemment présenté.

Appliqué à froid ou à chaud selon les différents cas de figure, les gels Nevek® (nous avons essentiellement réalisé des gels de tri-ammonium citrate, de EDTA et d'acétone) nous ont permis de traiter les différents métaux présents, sans diffuser de produits chimiques sur les matériaux organiques proches, et d'obtenir des résultats de nettoyage homogènes sur l'ensemble de la collection (fig. 2). Par ailleurs, la diffusion contrôlée des produits chimiques ne nécessite pas un rinçage important par immersion, puisqu'un simple passage d'eau déminéralisée au coton suffit à retirer les quelques résidus de gel.

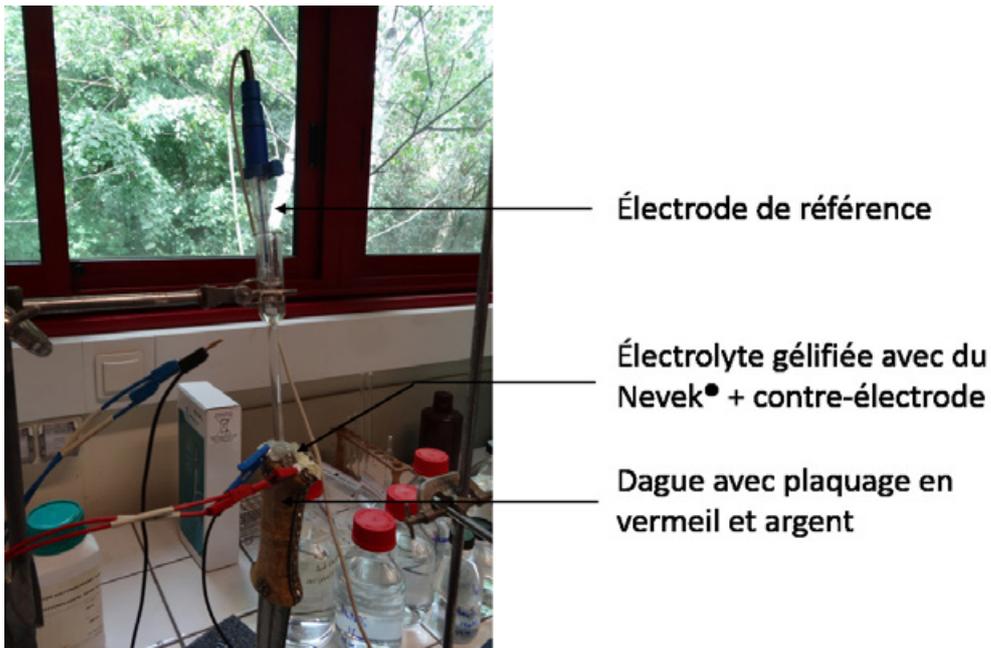


**Figure 2** Poire à poudre en corne, placage laiton et textile. Objet avant traitement (à gauche), en cours de traitement avec le retrait du gel de tri-ammonium citrate (au centre) et après traitement (à droite).  
© JGA Arc Antique.

Notons le cas d'une dague en acier, ivoire, argent et vermeil (**fig. 3**). Outre son aspect composite, l'objet présente des surfaces difficiles d'accès, notamment les placages en vermeil dont des éléments rapportés en argent empêchent un traitement satisfaisant de la tôle de fond. Nous avons fait le choix d'utiliser les gels Nevek® non pas comme technique de nettoyage mais comme support à un traitement électrochimique. Après une protection des éléments en argent (verniss acrylique de Paraloïd B72), le gel fluide avec l'électrolyte ( $\text{NaNO}_3$  à  $1\%_{\text{mas}}$ ) a été appliqué sur les surfaces en vermeil. La contre électrode (grillage de platine) a été posée dans le gel encore fluide afin que la gélification puisse la maintenir en place. Le gel et la contre-électrode sont maintenus sous la pression de l'électrode de référence (**fig. 4**).



**Figure 3** Dague en acier, ivoire de morse, vermeil et argent. © JGA Arc Antique.



**Figure 4** Montage électrolytique pour le traitement par oxydo-réduction de la plaque arrière. © A. Raimon.

Le dégagement de la corrosion de l'argent, redéposée en surface de la dorure, a été réalisé grâce à un procédé d'oxydo-réduction : première étape de réduction des sulfures d'argent en argent à  $-1,3\text{V/ESS}$ , puis une seconde étape d'oxydation de l'argent réduit à  $+0,25\text{V/ESS}$  pour mettre au jour la dorure (Degrigny, 1996). Un dernier nettoyage avec un mélange d'eau déminéralisée / éthanol appliqué avec une brosse douce a permis de finaliser le nettoyage du vermeil (**fig. 5**).



**Figure 5** Plaque arrière avant et après traitement. © JGA Arc Antique.

À l'issue de cette première phase de tests, nous pouvons observer des avantages, mais aussi des limites, à l'utilisation des gels d'agar pour le nettoyage des métaux (**fig. 6**).

<b>Avantages</b>
Facilité de mise en œuvre = application possible même en chantier extérieur
Variété des modes d'application
Bonne adhérence = application possible sur des surfaces verticales
Compatibilité importante avec de nombreux agents chimiques / solvants
Gélification rapide mais séchage lent (agar modifié) = application prolongée
Rétention importante de la solution chimique / solvant = rinçage limité
Retrait aisée du gel = peu de résidus, aucun arrachage de surface
Faible coût
<b>Limites</b>
Temps de mise en œuvre
Les gels d'agar traditionnels sont rapidement cassants
Composition réelle de l'agar modifié?
Mauvaise conservation dans le temps des gels préparés
Rétention importante = action en extrême surface
Action réelle sur des couches de corrosion épaisses?

**Figure 6** Avantages et limites des gels d'agar.

## Conclusion et perspectives

Les propriétés remarquables des gels d'agar (grande capacité de rétention de solutions aqueuses, thermoréversibles, faible coût) leur donnent des qualités indéniables pour le nettoyage des métaux. Les multiples tests réalisés sur la collection de Pierre Loti ont permis de définir les possibilités et les usages les plus adaptés pour l'élimination des ternissures d'objets composites et à géométrie complexe. L'utilisation du Nevek® mélangé à une solution de tri-ammonium citrate à 2,5 % mas appliqué à chaud s'est généralement avérée être la méthode la plus prometteuse pour ces objets. Une meilleure connaissance des propriétés du Nevek® permettrait de mieux comprendre les limites et les possibilités de son utilisation. Il serait aussi intéressant de poursuivre cette étude en comparant le Nevek® à d'autres gels, comme les gels chimiques développés par l'équipe de P. Baglioni (CSGI, université de Florence) ou d'autres gels physiques, comme ceux dérivés de l'acide polyacrylique (Carbopol®).

Bien que les tests présentés dans cet article concernent les objets historiques, de premières applications ont également été initiées sur des objets archéologiques présentant d'épaisses couches de corrosion (traitements chimiques ou électrochimiques). Cependant, ces traitements nécessitent encore des recherches complémentaires avant de pouvoir maîtriser leur impact sur l'épaisseur des couches de corrosion.

Enfin, l'application des gels sur d'autres matériaux archéologiques, tels que les bois gorgés d'eau et la céramique, a aussi été abordée.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Jean Yves Mevellec, de l'IMN (Institut des matériaux de Nantes) pour nous avoir permis de réaliser les mesures en spectroscopie infra-rouge, ainsi que le conservateur Claude Stefani pour sa confiance et pour nous avoir permis de tester ces traitements sur les objets de la collection de Pierre Loti. Enfin, nos remerciements vont à Christian Degrigny pour sa collaboration pour le traitement du vermeil.

## Références bibliographiques

**Armisen R., Gaiatas F., Hispanagar S.A.** (2009), « 4. Agar », dans Phillips, G.O., Williams, P.A. (éd.), *Handbook of hydrocolloids* (2<sup>nd</sup> édition), Boca Raton-Oxford, Woodhead publishing series in food science, technology and nutrition, p. 82-107.

**Beaugnon D.** (2012), *Une urne cinéraire étrusque de la période Hellénistique (musée du Louvre, Paris). Étude, conservation et restauration d'une terre cuite avec une polychromie mate. Évaluation d'une méthode de nettoyage aqueux à base d'un gel d'agar*, mémoire de fin d'études de l'Institut national du patrimoine, département des Restaurateurs, Paris, 180 p.

**Degrigny C., Wéry M., Vescoli V., Blengino J.M.**, (1996), « Altération et nettoyage de pièces en argent doré », *Studies in conservation*, vol. 41, n° 3, p. 170-178.

**Degrigny C., Jeanneret R., Witschard D., Baudin C., Bussy G., Carrel H.** (2016), « A new electrolytic pencil for the local cleaning of silver tarnish », *Studies in conservation*, vol. 61, n° 3, p. 162-173.

**Dupke A.** (2017), *Utilisation des gels pour le traitement localisé des métaux archéologiques et historiques*, rapport de stage de fin d'études de l'INSA Rennes, spécialité SGM, 36 p.

**Wolbers R.** (2013), *Le nettoyage des surfaces peintes. Méthodes aqueuses*, Paris, Eyrolles, 208 p.

### Les auteurs

**Andréa Dupke** Étudiante de l'Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) (Natal, Brésil), [andreadupke@gmail.com](mailto:andreadupke@gmail.com).

**Aymeric Raimon** Conservateur-restaurateur spécialisé en mobilier archéologique et historique, 10, rue de la Sagate, 45140 Ormes, [aymeric.raimon@outlook.fr](mailto:aymeric.raimon@outlook.fr).

**Élodie Guilminot** Scientifique en conservation à GPLA – ArcAntique, [Elodie.Guilminot@Loire-atlantique.fr](mailto:Elodie.Guilminot@Loire-atlantique.fr).

# LE PROJET PRIAM : UNE MUTUALISATION ENTRE LE CCE DE LORRAINE ET LA MAP DE METZ MÉTROPOLE

ROSE BIGONI, TANGUY LE BOURSICAUD, FLORENCE MOUSSET

**Résumé** Projet novateur de la DRAC Grand Est avec le soutien actif de la métropole de Metz Métropole, le Centre de conservation et d'étude de Lorraine (CCEL) est destiné à remplacer l'ancien dépôt archéologique de Scy-Chazelles. Ce CCEL et la Maison de l'archéologie et du patrimoine (MAP), qui abrite les réserves externalisées du musée de la Cour d'Or et le Pôle archéologie préventive de Metz Métropole, vont constituer ensemble sur un même site le Pôle de recherches interdisciplinaires archéologiques de Metz (PRIAM). Dans ce cadre, les deux structures mutualiseront leurs moyens pour permettre la bonne conservation, l'accessibilité et la valorisation des collections archéologiques découvertes en Lorraine.

Très tôt impliquée dans la gestion du mobilier archéologique provenant de son territoire, l'ex-DRAC de Lorraine a décidé voici presque dix ans de donner un nouveau souffle à cette mission dévolue à son service régional de l'Archéologie. Avec le soutien actif de la métropole de Metz Métropole, elle s'est lancée dans la création d'un nouveau Centre de conservation et d'étude de Lorraine (CCEL) à Metz, destiné à remplacer l'ancien dépôt archéologique de Scy-Chazelles, arrivé à saturation. La construction récente par Metz Métropole d'une Maison de l'archéologie et du patrimoine (MAP) sur le territoire messin a offert l'opportunité de constituer sur un même site, avec le CCEL, un pôle public de l'archéologie dédié à la conservation, à l'étude et à la valorisation du patrimoine archéologique lorrain : il s'agit du Pôle de recherches interdisciplinaires archéologiques de Metz (PRIAM).

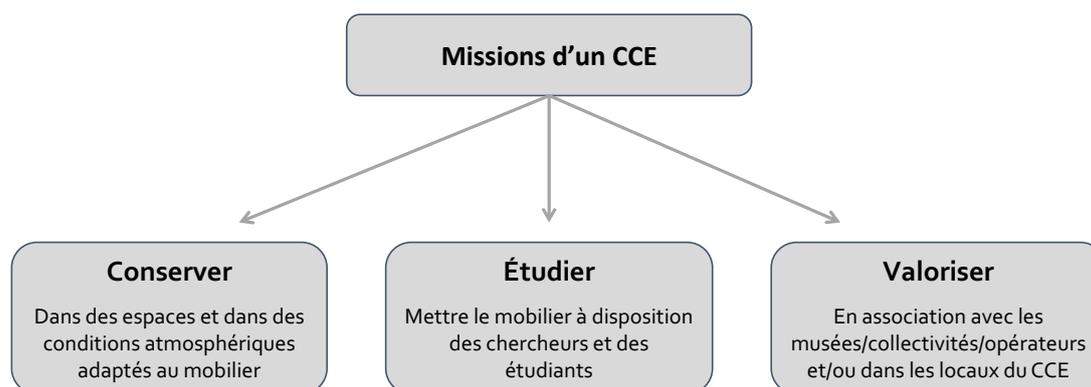
Prenant place dans un contexte national marqué depuis 2007 par la multiplication d'initiatives similaires, ce projet aboutit en 2018 suite au déménagement de l'ancien dépôt vers le nouveau CCEL. Il est le fruit d'un travail de longue haleine associant celui du personnel dédié à la gestion du CCEL et de ses collections à celui d'autres partenaires dans les domaines de l'archéologie et de la conservation-restauration.

## L'inscription du projet dans une dynamique nationale

### De la prise de conscience à la constitution d'un réseau de CCE sur le territoire national

Divers rapports rendus entre 1998 et 2007 sur la conservation du mobilier archéologique, notamment sur les collections appartenant à l'État ou placées sous sa garde (Papinot, Veron, 1998; Duval, 2004; Magnan *et al.*, 2007), identifiaient un certain nombre de problèmes,

amenant le ministère de la Culture à revoir sa politique en matière de conservation du mobilier. En 2007, une circulaire (N° 2007/020 du 6 juillet) invitait à la création d'un réseau de centres de conservation et d'étude (CCE) sur le territoire national afin de « renforcer, rationaliser et harmoniser la gestion du matériel en aidant à la création d'un réseau d'équipements performants et adaptés aux réalités territoriales (ABCD, 2008, p. 4) ». L'idée consistait à développer un maillage territorial de CCE couvrant la totalité du territoire national, avec un ou plusieurs équipements de ce type par région, à partir des dépôts existants et en partenariat avec les collectivités (services archéologiques ou patrimoniaux, musées). Ces centres de conservation et d'étude sont depuis lors des équipements gérés ou, du moins, accompagnés par les DRAC, en collaboration plus ou moins importante avec les collectivités territoriales. Ils ont pour mission d'assurer une meilleure gestion des archives du sol (mobilier et documentation archéologiques), tant du point de vue de leur conservation que de leur accessibilité pour étude et valorisation. En effet, loin de ne remplir qu'une mission de conservation, ces équipements sont destinés à rester des lieux d'échanges et de partage de compétences et de connaissances, dans lesquels sont amenées à se croiser les différentes disciplines œuvrant à l'étude du patrimoine archéologique (fig. 1). La valorisation du mobilier par le prêt pour expositions peut également s'accompagner d'une ouverture exceptionnelle du CCE au grand public, dans le cadre de manifestations comme les Journées européennes du patrimoine ou les Journées nationales de l'archéologie.



**Figure 1** Schéma des missions dévolues aux CCE. © T. Le Boursicaud.

### De l'adaptation au bâtiment à l'adaptation aux collections

Précurseur en matière de gestion du mobilier archéologique, l'ex-DRAC de Lorraine disposait depuis 1989 d'un bâtiment affecté à la conservation du mobilier découvert lors d'opérations archéologiques conduites sur le territoire lorrain. Il s'agissait de chais militaires construits sous l'occupation allemande (1870-1914) et dont l'usage fut détourné près d'un siècle plus tard pour les besoins d'une archéologie régionale en plein essor. Bien que peu adapté à la conservation du mobilier, ce bâtiment était déjà techniquement un CCE, puisqu'il était occupé de manière permanente par du personnel assurant à la fois la conservation, l'accueil des chercheurs et la valorisation de ce patrimoine auprès du public (Caumont, Mousset, 2002). Cependant, l'essor de l'archéologie préventive a rapidement montré les limites d'un tel bâtiment, qui arrivait déjà à saturation dans les années 2000. C'est pourquoi, dès la fin des années

1990, différentes solutions furent étudiées en prévision de l'augmentation des quantités de mobilier arrivant sous la garde ou en propriété de l'État. La construction d'un nouveau bâtiment *ex nihilo* s'avérant plus économique et offrant l'avantage de repenser l'ensemble en termes de normes de conservation, une étude de faisabilité fut menée entre 2010 et 2012 par le bureau d'études ABCD.

### Le partenariat avec Metz Métropole

En 2008, Metz Métropole décidait de créer une Maison de l'archéologie et du patrimoine (MAP) sur son territoire, afin d'héberger son tout nouveau Pôle archéologie préventive (un service archéologique agréé pour les diagnostics et la fouille) et pour accueillir également les réserves externalisées du musée de la Cour d'Or à Metz.

Cette création nouvelle offrait une opportunité unique de créer un pôle public de l'archéologie sur le territoire messin, dans un esprit de collaboration entre l'État et une collectivité territoriale tel qu'énoncé dans les documents de cadrage ministériels. L'idée du PRIAM, Pôle de recherches interdisciplinaires archéologiques de Metz, était née.

La MAP fut inaugurée en 2012, année qui coïncida avec le lancement par la ministre de la Culture de la création du nouveau CCEL. Le nouvel équipement de la DRAC fut bâti sur un terrain cédé à l'État par Metz Métropole et directement accolé au bâtiment de la collectivité, dans une optique de mutualisation de moyens et d'espaces. Cette volonté de collaboration et de cohabitation sur un même site fut officialisée le 19 juin 2015 par la signature de deux conventions, cadre et particulière, régissant le fonctionnement du PRIAM et les motifs de mutualisation. Après le lancement d'un premier concours d'architecture<sup>1</sup> puis d'un second concours pour le 1 % artistique<sup>2</sup>, la construction du nouveau bâtiment, sous la maîtrise d'ouvrage déléguée de l'OPPIC (Opérateur du patrimoine et des projets immobiliers de la culture), put commencer au printemps 2016 pour s'achever en fin d'année 2017.

## D'un bâtiment à l'autre : le déménagement du CCEL

### L'ancien CCEL en quelques chiffres

L'ancien bâtiment du CCEL situé à Scy-Chazelles conservait dans ses locaux près de 15 000 caisses et 560 palettes de mobilier, soit plus d'un million de lots ou d'objets provenant de plus de 1 500 opérations archéologiques réalisées en Lorraine depuis 1964. Avec un inventaire comptant désormais plus de 173 000 fiches, il s'agit de la plus importante collection archéologique de Lorraine. Quant à la documentation, elle est constituée à ce jour de 1 424 rapports d'opération, soit à peine le quart des rapports inventoriés à la carte archéologique du SRA – site de Metz. Il s'agit de la totalité des rapports établis depuis 2008 et des doubles, quand ils existent, des rapports antérieurs à cette période. La documentation comprend, enfin, les archives de fouilles versées au CCEL.

Le nouveau bâtiment a une surface utile totale de 4 450 m<sup>2</sup>, dont 3 250 m<sup>2</sup> consacrés aux espaces de conservation du mobilier (soit 73 % du bâtiment) et 420 m<sup>2</sup> aux espaces d'études, de traitement, de documentation et de bureaux. À terme le CCEL pourra accueillir près de 17 000 mètres linéaires d'archives du sol (fig. 2).

<sup>1</sup> Dont le lauréat fut l'architecte Bernard Desmoulin.

<sup>2</sup> Dont la lauréate fut la *designer* Élodie Stephan, avec son projet *Parure*.

	Ancien CCEL	Nouveau CCEL
Surface utile	3060 m <sup>2</sup>	4450 m <sup>2</sup>
Conservation	2300 m <sup>2</sup> 4000 mètres linéaires	3250 m <sup>2</sup> 17000 mètres linéaires
Bureaux et consultation	420 m <sup>2</sup>	420 m <sup>2</sup>
Espaces techniques, logistiques et circulations	340 m <sup>2</sup>	780 m <sup>2</sup>

**Figure 2** Comparaison des surfaces de l'ancien et du nouveau Centre de conservation et d'étude de Lorraine. © F. Mousset.

### Le déménagement des collections du CCEL

La préparation du déménagement commença en mai 2017 et le bâtiment fut livré en décembre de cette même année. Le déménagement physique fut programmé entre les mois de janvier et de mai 2018.

Le cahier des charges pour le déménagement, réalisé « en interne » principalement par Rolande Simon-Millot<sup>3</sup>, avec le soutien de Stéphanie Likes de l'agence AP CULTURE, fut subdivisé en deux parties : sa préparation (programmée en cinq étapes) et le transfert des collections vers le nouveau bâtiment.

Lors de la préparation du déménagement, un système d'encodage, sous forme de QR code pour les étiquettes de conditionnement et de code-barres pour l'adressage des collections, fut d'abord mis en place afin de gérer l'ensemble des mouvements de ces dernières, lors du transfert mais aussi de façon pérenne dans le nouveau bâtiment (**fig. 3**).



**Figure 3** Scan des étiquettes de conditionnement (caisses) et d'adressage (étagères) dans le nouveau CCEL. © T. Le Boursicaud.

<sup>3</sup> Conservatrice en chef du patrimoine, responsable des dépôts archéologiques du SRA Lorraine de 2008 à 2017.

Dans un deuxième temps, une décontamination des équipements de stockage et de conservation fut réalisée, soit 500 modules d'étagères à traiter avant leur réutilisation dans les nouveaux locaux.

Dans un troisième temps, les palettes défectueuses en bois sur lesquelles étaient conservés les éléments de lapidaire furent remplacées par des palettes plastiques (195 palettes).

Puis, afin de faire de la place dans l'ancien CCEL, 40 palettes de lapidaire et des modules d'étagères furent transférés provisoirement dans une réserve de la MAP. Des enduits peints et une enseigne en bois restaurés furent, quant à eux, déplacés dans les réserves externalisées du musée de la Cour d'Or.

Enfin, le dépoussiérage rapide de l'ensemble des caisses fut réalisé, incluant le changement de ces dernières si nécessaire, ainsi que le reconditionnement de certaines collections encore conservées dans de petites boîtes en carton. Durant cette phase, les 15 000 conditionnements conservés au CCEL furent mis sur palettes.

Après la mise en place des étiquettes d'adressage sur les nouvelles étagères, le transfert des collections et leur redéploiement sur le nouveau site purent être réalisés progressivement entre janvier et mai 2018, de même que pour l'ensemble des équipements de bureau et des espaces d'étude.

## De la fouille au musée : la concrétisation du projet PRIAM

### Le PRIAM : deux entités étroitement liées

Le PRIAM est composé du CCEL et de la MAP, qui disposent d'une entrée commune (entrée principale de la MAP) et d'espaces de vie mutualisés (fig. 4 et 5).

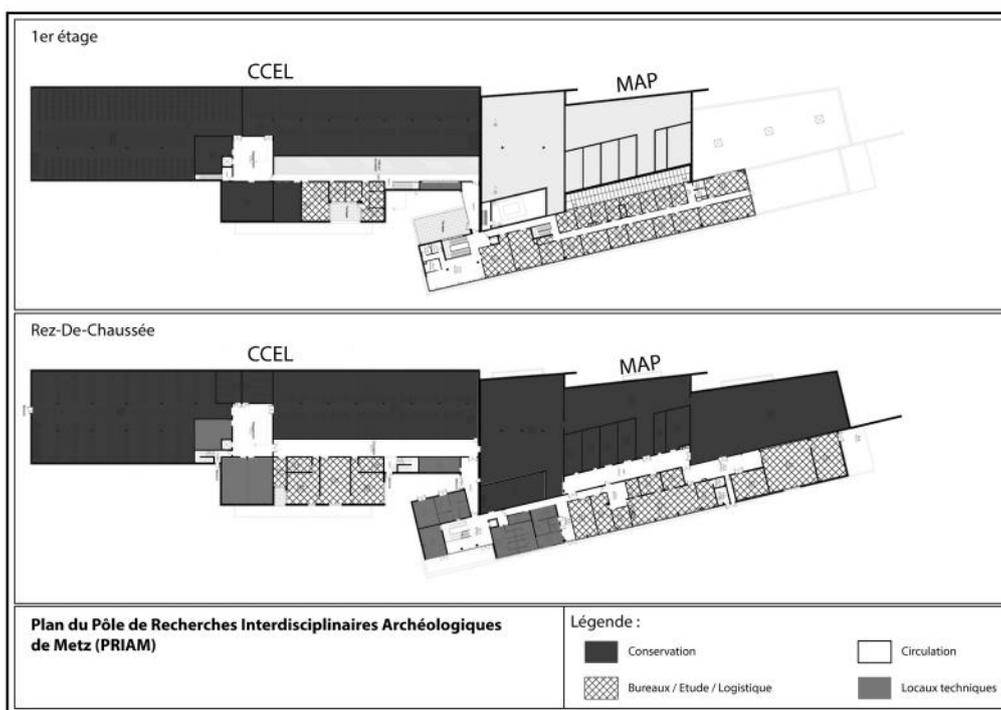
La MAP accueille le Pôle archéologie préventive et les réserves externalisées du musée de la Cour d'Or de Metz Métropole. Sur deux niveaux, elle comprend, au rez-de-chaussée, des espaces de travail pour toute la chaîne opératoire de traitement du mobilier archéologique (salle de lavage, salle d'étude, laboratoire photo, etc.) et, à l'étage, des bureaux pour les archéologues et un centre de documentation. Sur les 3300 m<sup>2</sup> du bâtiment, 1495 m<sup>2</sup> sont dédiés aux réserves, qui se trouvent uniquement au rez-de-chaussée, de plain-pied, et bénéficient d'un accès direct depuis le garage grâce à de grands axes de circulation. Elles se divisent en trois grandes réserves (deux d'environ 500 m<sup>2</sup> et une d'environ 300 m<sup>2</sup>) et plusieurs petits espaces à atmosphère contrôlée (métal, verre/organique, bois gorgés d'eau). La MAP accueille à la fois le mobilier archéologique issu des différentes opérations de diagnostics et de fouilles préventives du Pôle archéologie et des collections du musée de la Cour d'Or.

Le CCEL comprend de grands espaces de conservation (sur racks, rayonnages mobiles et étagères) et des espaces à atmosphère contrôlée (verre, métal, matière organique) répartis sur deux niveaux. Au rez-de-chaussée, de part et d'autre de l'aire de déchargement, des sas d'arrivée et de sortie sont présents pour permettre la gestion des flux de mobilier archéologique. Les bureaux et les salles de documentation et d'archives de fouilles, contenant également les rapports, se trouvent à l'étage.

Le mobilier provenant des opérations réalisées par le Pôle archéologie préventive est conservé à la MAP le temps de la rédaction du rapport final d'opération. Une fois celui-ci rendu, le mobilier est remis à l'État, qui peut ensuite transférer la propriété du mobilier à la collectivité (Metz Métropole) ou le déposer au musée, procédure également possible pour du mobilier

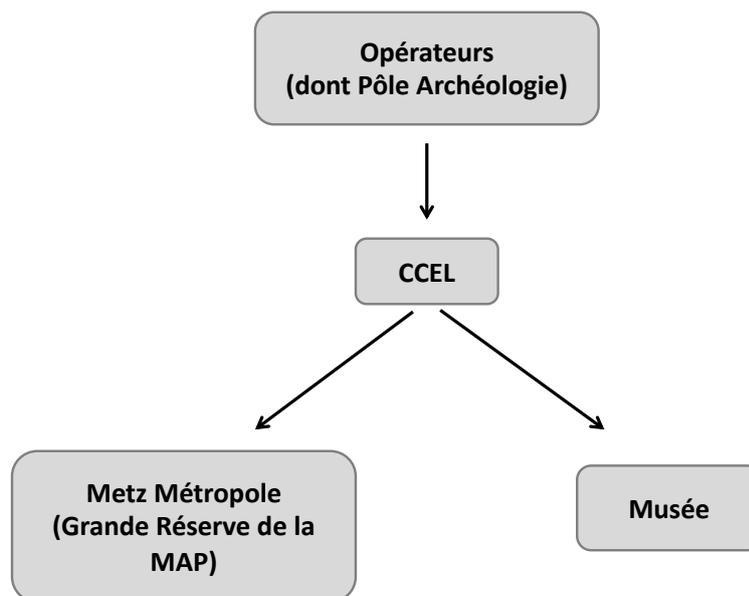


**Figure 4** Les bâtiments du CCEL à gauche et de la MAP à droite, formant le PRIAM.  
© T. Le Boursicaud.



**Figure 5** Plan du PRIAM, mettant en évidence les différents types d'espaces.  
© R. Bigoni.

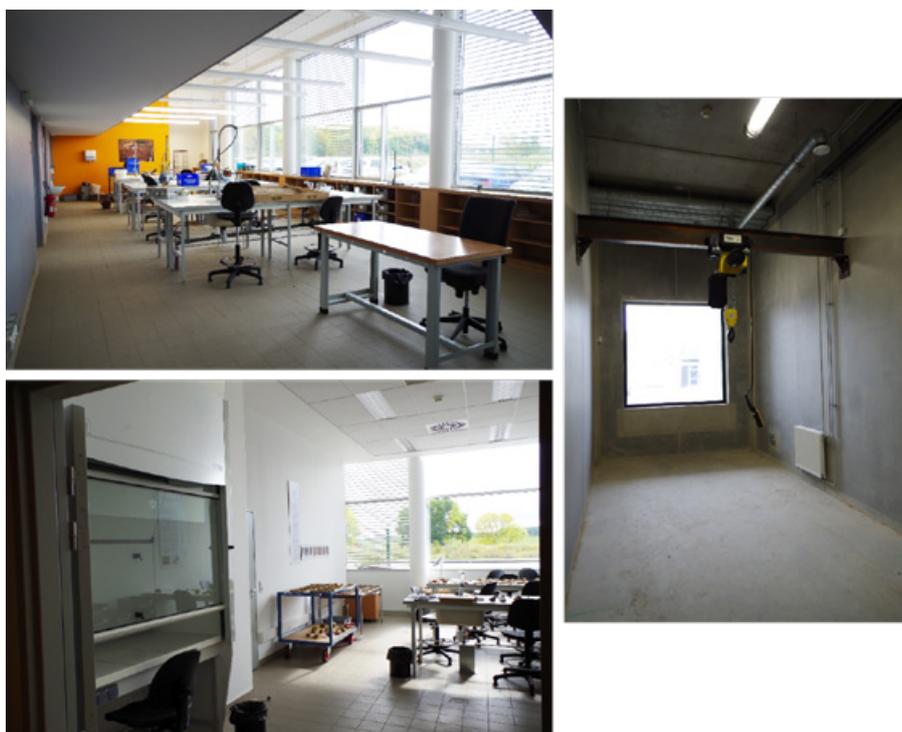
versé à l'État par d'autres opérateurs (**fig. 6**). Pour ce faire, un accès direct de réserve à réserve rend réalisable le transfert des collections archéologiques de la MAP vers le CCEL ou inversement.



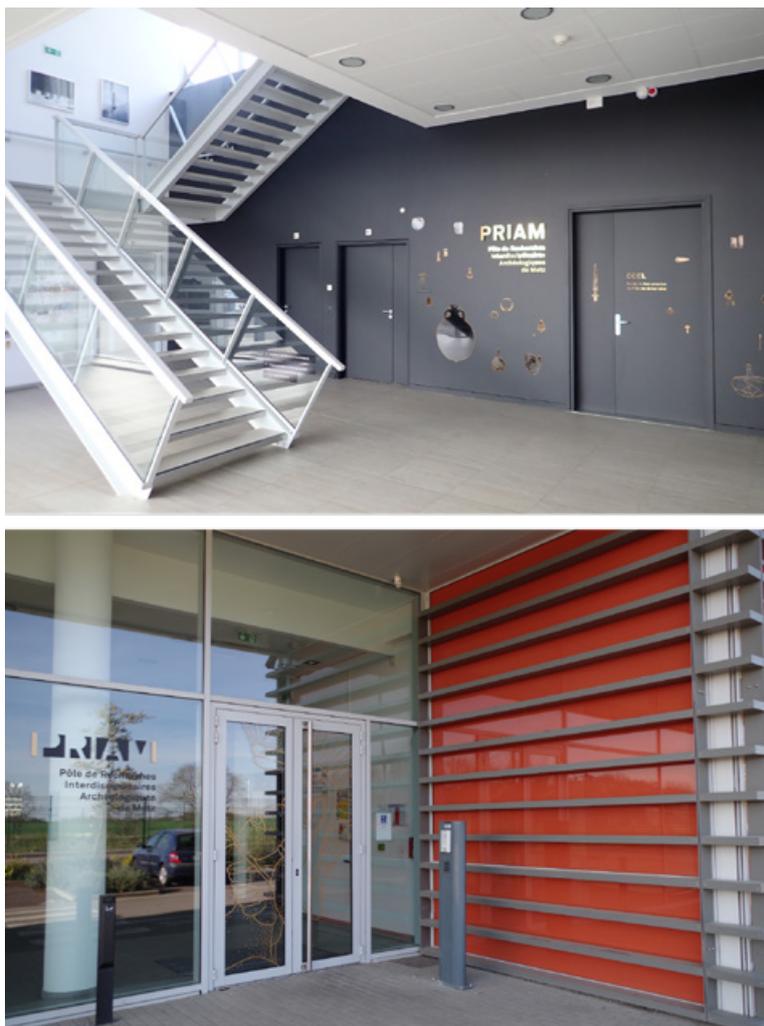
**Figure 6** Schéma de la circulation du mobilier de l'opérateur au musée en passant par le CCEL. © R. Bigoni.

### La mutualisation au quotidien

Le PRIAM est aussi une mutualisation des compétences, des espaces et des moyens entre les deux entités. Les centres de documentation des deux bâtiments ainsi que les espaces de traitement de post-fouille de la MAP (salle de lavage, de séchage, de reconditionnement, de lavage lapidaire) sont accessibles aux différents intervenants des deux structures (**fig. 7**). Des équipements peuvent également être mis à disposition de part et d'autre : la hotte aspirante dans le laboratoire de restauration de la MAP ou encore le palan du CCEL. La réserve des bois gorgés d'eau de la MAP est quant à elle un espace de conservation mutualisé.



**Figure 7** Salle de traitement de la MAP et exemples d'équipements mutualisés. © R. Bigoni.



**Figure 8** 1 % artistique dans le hall et à l'entrée du PRIAM.

© R. Bigoni.

## Conclusion

Avec le lancement du PRIAM, c'est la collaboration entre deux acteurs importants de l'archéologie lorraine qui se trouve renforcée, mais pas seulement : ce nouveau pôle archéologique en territoire messin met à disposition des étudiants et des chercheurs un outil d'excellence offrant les espaces et équipements nécessaires à l'étude et à la conservation des archives du sol.

Cette collaboration n'est ainsi pas exclusive, et d'autres partenariats pourraient être envisagés avec un ou plusieurs membres du PRIAM, par exemple avec un laboratoire de restauration<sup>4</sup>. Ce partenaire pourrait fournir des études et conseils en conservation préventive, réaliser des bilans sanitaires et mettre à disposition du matériel de mesure et de conservation. Suivant les besoins, il pourrait également réaliser des consolidations et des prélèvements de mobilier sur site, des radiographies et des moulages d'objets ou de structures archéologiques.

La collaboration externe peut aussi concerner des projets de recherche avec des universités et d'autres organismes de recherche : en témoignent la collaboration entre le SRA, le LAM et

<sup>4</sup> Des réflexions sont en cours pour un partenariat associant la DRAC Grand Est et le LAM (Laboratoire d'archéologie des métaux).

Metz Métropole autour de l'étude des décors de surface d'objets archéologiques ou d'œuvres d'art conservées au PRIAM<sup>5</sup>, ou encore la réalisation d'une copie en trois dimensions d'un élément de statuaire antique conservé au CCEL<sup>6</sup> (fig. 9).



**Figure 9** Scan de la tête d'une statue d'Apollon par des étudiants de l'ENSGSI à Nancy, pour en réaliser une copie. © F. Mousset.

<sup>5</sup> Projet *Terahertz imaging of cultural heritage* dirigé par David S. Citrin et Alexandre Locquet à Georgia Tech university, CNRS UMI2958.

<sup>6</sup> Projet d'impression 3D à partir du scan d'une tête d'Apollon (provenant de Neufchef), réalisée par des étudiants de l'ENSGSI (École nationale supérieure en génie des systèmes et de l'innovation) dans le cadre du Lorraine *Fab Living Lab* (LF2L).

## Bibliographie

**Bigoni R.** en collaboration avec **Roth V.** (2012), « Itinéraire du mobilier archéologique de la fouille au musée », dans Dupond R. (éd.), *En quête du passé, Archéologie préventive à Metz Métropole, Catalogue d'exposition, Musée de la Cour d'Or*, Metz, éd. Serpenoise, p. 12.

**Caumont O., Mousset F.** (2002), « Aménagement et organisation du dépôt archéologique régional de Scy-Chazelles (Lorraine) », dans *La conservation-restauration archéologique : urgence, problématiques et application; Actualités (Actes des Journées des restaurateurs en archéologie, 26-27 septembre 2000, organisées par l'IRRAP à Compiègne)*, Paris, ARAAFU, (coll. CRBC - Cahiers techniques, 9), p. 42-55.

**Duval A.** (2004), *Étude de la situation et du statut des collections archéologiques appartenant à l'État*, rapport rédigé à l'attention de Mme la Directrice des Musées de France et de M. le Directeur de l'Architecture et du Patrimoine, 137 p.

**ABCD** pour le ministère de la Culture et de la Communication, direction de l'Architecture et du Patrimoine, direction des Musées de France (2008), *Du dépôt archéologique au centre de conservation et d'étude (CCE) : programmation du projet scientifique et culturel. Guide méthodologique*, Paris, La documentation française, 60 p.

**Magnan A. et al.** (2007), *L'application des textes relatifs au mobilier archéologique*, rapport n° 2007-05 de l'Inspection générale de l'administration des affaires culturelles (IGAAC), 77 p.

**Papinot J.-C., Verron G.** (1998), *La conservation du mobilier archéologique*, rapport au Directeur de l'architecture et du patrimoine, Paris, La documentation française, 222 p.

### Les auteurs

**Rose Bigoni** Régisseuse des collections, MAP de Metz Métropole, rue de la Mouée, 57070 Metz, [rmbigoni@metzmetropole.fr](mailto:rmbigoni@metzmetropole.fr)

**Tanguy Le Boursicaud** Conservateur du patrimoine chargé de la gestion des archives du sol, DRAC Grand Est-SRA-site de Metz; 6 place de Chambre, 57045 Metz cedex 1, [tanguy.leboursicaud@culture.gouv.fr](mailto:tanguy.leboursicaud@culture.gouv.fr)

**Florence Mousset\*** Régisseuse des collections du CCEL, DRAC Grand Est-SRA-site de Metz, 6 place de Chambre, 57045 Metz cedex 1, [florence.mousset@culture.gouv.fr](mailto:florence.mousset@culture.gouv.fr)

\* Auteur à laquelle doit être adressée la correspondance

# LE CCE D'ALSACE : UN NOUVEL ÉQUIPEMENT POUR LA GESTION DES BIENS ARCHÉOLOGIQUES MOBILIERS

AXELLE DAVADIE, HÉLOÏSE KOEHLER, AGATHE MULOT

**Résumé** Répondant aux besoins de conservation des biens mobiliers archéologiques du territoire alsacien, un bâtiment mixte a été inauguré en 2016. Réalisé en partenariat avec la DRAC Grand Est, site de Strasbourg, il abrite le siège d'Archéologie Alsace (maître d'ouvrage), le Centre de conservation et d'étude et des espaces mutualisés. Le bâtiment, réalisé par W-Architectures, offre 4235 m<sup>2</sup>. Le budget s'élève à 10,5 millions d'euros (financement Archéologie Alsace, Départements du Bas-Rhin et Haut-Rhin, État et Région Grand Est).

Son ouverture a été l'occasion de préciser le fonctionnement du nouvel équipement, de mettre à jour les procédures d'accès aux collections et de clarifier les missions de chaque partenaire, notamment celles de l'État, intégrées au CCE.

Suite au lancement par le ministère de la Culture du concept de Centre de conservation et d'étude (CCE) en 2007<sup>1</sup>, l'établissement public Archéologie Alsace (anciennement PAIR : Pôle d'archéologie Interdépartemental rhénan) et les Départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin se sont portés volontaires pour la création d'un équipement adapté à la préservation et à l'accessibilité des collections archéologiques alsaciennes. Le projet a été monté en partenariat avec la DRAC Grand Est, site de Strasbourg (anciennement DRAC Alsace).

Les objectifs du CCE ont été formalisés en vue d'améliorer la conservation et la gestion du mobilier archéologique par la création d'un équipement mutualisé à l'échelle régionale, d'associer les acteurs de l'archéologie et d'exploiter les collections dans un intérêt scientifique et culturel, en facilitant l'accès des collections aux chercheurs et en donnant des ressources aux musées locaux.

## Le projet de nouveau centre (A. Mulot)

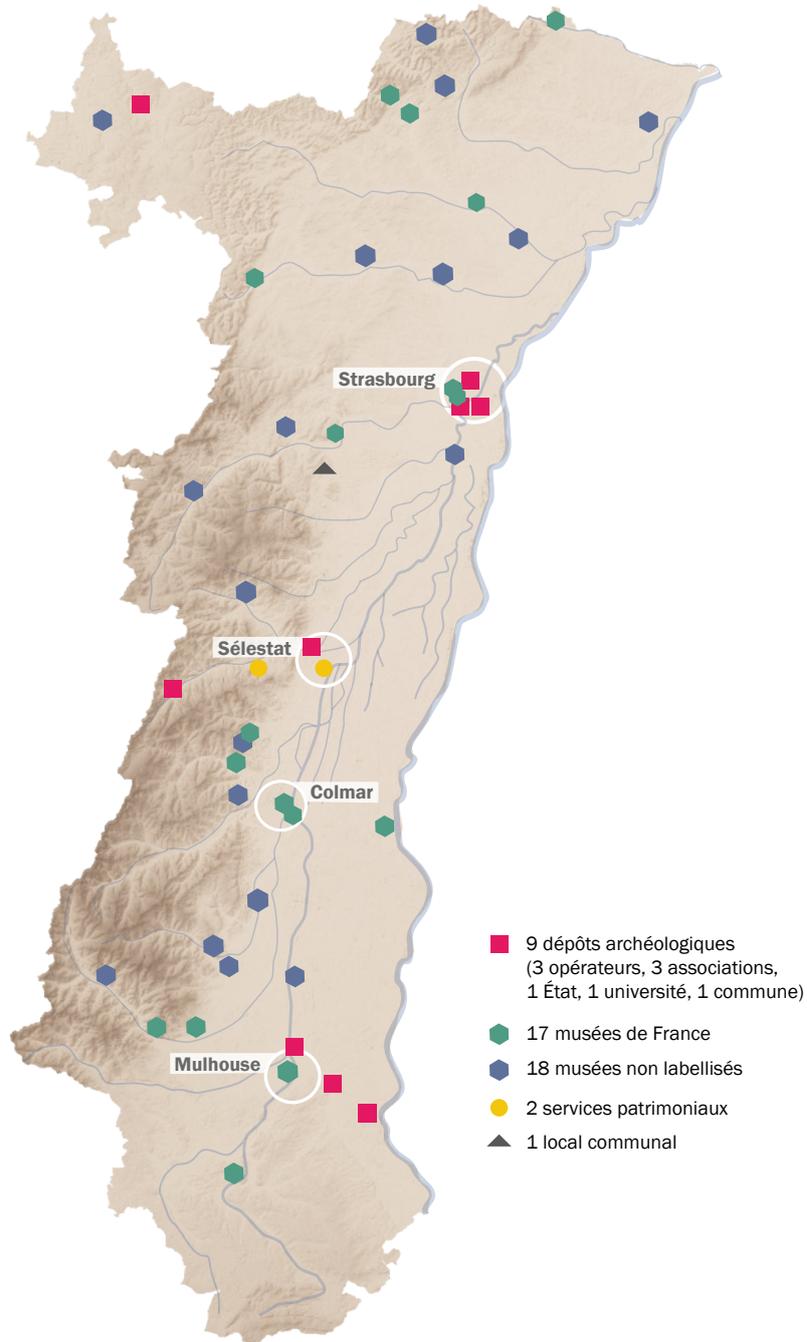
### État des lieux régional et définition des besoins

Afin d'évaluer les besoins pour la création d'un centre mixte et performant à l'échelle du territoire alsacien, un préprogramme a été établi, contenant un bilan détaillé et des propositions adaptées (Mulot, 2011). Ce dernier contient un état systématique des lieux de conservation et un diagnostic des collections qu'ils renferment. Il rend compte des différents acteurs chargés de ces mobiliers archéologiques et fait connaître leurs besoins dans le cadre de ce

<sup>1</sup> Circulaire n° 2007/020 du 6 juillet 2007 (BO 163, p. 17.)

projet de nouvel équipement, afin de proposer des mesures concrètes pour le bâtiment, son fonctionnement et des outils de gestions mutualisés.

Quarante-sept lieux conservant les objets archéologiques ont été recensés dans les deux départements alsaciens (fig. 1). Le panorama était très disparate, allant du dépôt-silo engorgé de 200 m<sup>2</sup> à deux vitrines dédiées à l'archéologie dans un musée associatif. Treize lieux envisageaient de déposer du mobilier au CCE.



**Figure 1** 47 lieux conservant du mobilier archéologique recensés en 2008-2010 en Alsace. © A. Mulot / Archéologie Alsace, fonds / © 2015 GeoBasis-DE/BKG, Google.

Les résultats de l'état des lieux ont prouvé le caractère alarmant de la situation, qui se manifeste par des problèmes d'identification, de localisation et d'altération des collections, et d'état partiel des inventaires.

## Estimation des collections à conserver et calibrage du projet

Les collections susceptibles d'intégrer le nouvel équipement ont été estimées en volume. Le calcul tient compte des collections existantes, mais aussi du taux d'accroissement des mobiliers (archéologie préventive et programmée; dépôts à venir). En prévision de leur répartition dans les futurs espaces de conservation du CCE, les collections (appartenant à l'État, versées par les opérateurs, ou mises en dépôt par des musées, collectivités ou associations) ont été distinguées en cinq catégories en fonction de leurs besoins en conservation (climat et conditionnement) :

- « peu sensibles » : matériaux peu sensibles aux variations climatiques (céramique, terre cuite utilitaire et d'architecture, matériaux pierreux, déchets industriels, lithique, etc.) = 49 %;
- « os et échantillons naturels » : restes osseux humains et animaux, non travaillés, et échantillons naturels dont l'étude permet la compréhension des paléo-environnements = 24 % (mêmes caractéristiques que « peu-sensibles »);
- « métaux » : métaux et matériaux nécessitant une atmosphère sèche = 10 %;
- « sensibles et remarquables » : objets fragiles ou sensibles aux variations climatiques et/ou présentant un intérêt scientifique et muséographique notable (en matière dure animale et matériaux organiques, verre, céramique à décor fin et/ou remontées, etc.) = 7 %;
- « pondéreux » : matériaux peu sensibles, lourds et/ou volumineux = 10 %.

Avec un passif estimé à 631 m<sup>3</sup> en 2012, la projection portait à 1553 m<sup>3</sup> en 2029. Les volumes évalués ont été retranscrits en surfaces nécessaires en fonction des modes de stockages retenus. La perspective d'intégration des collections existantes et nouvelles a été retenue sur une quinzaine d'années.

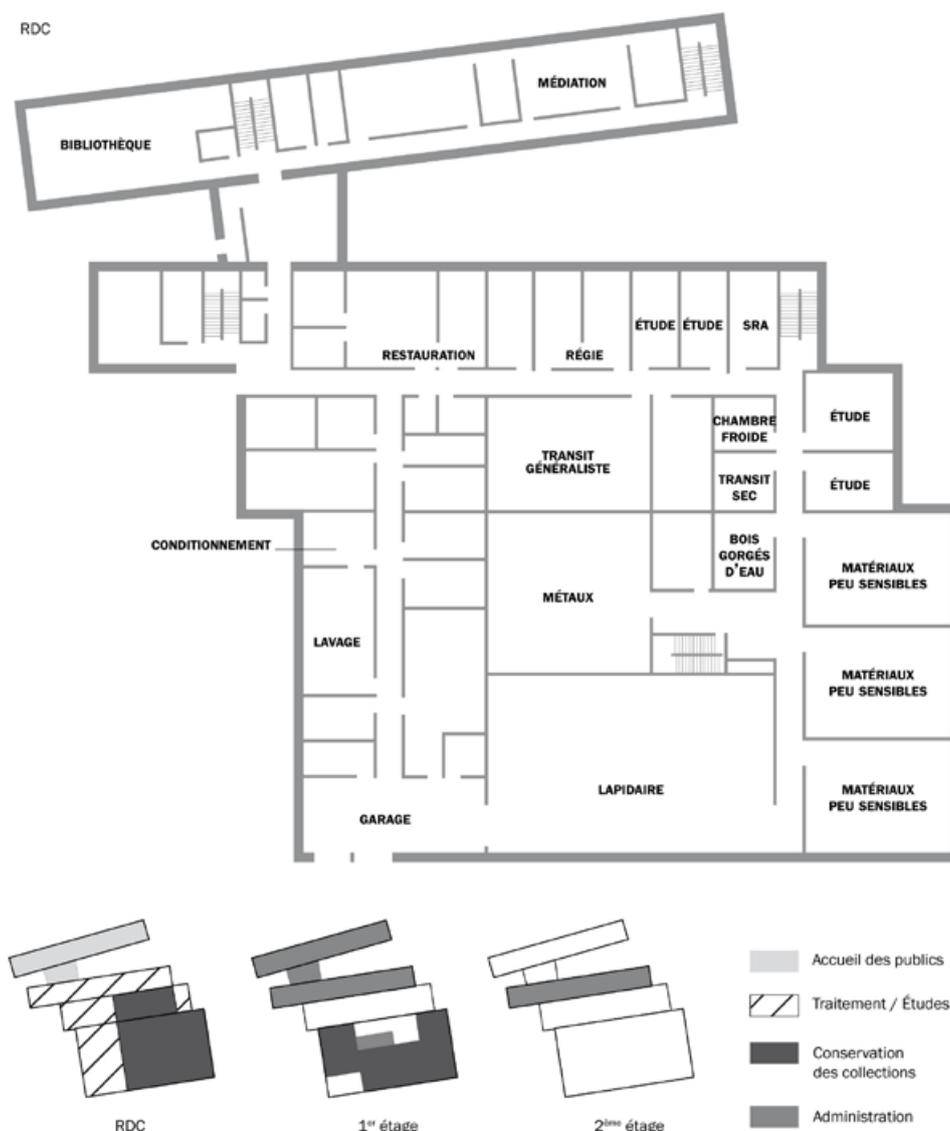
## Caractéristiques architecturales

Les études architecturales (2013-2014) ont précédé les travaux (déc. 2014-juin 2016), pour une inauguration des nouveaux locaux en octobre 2016.

Le projet est inscrit dans la logique du « Secteur culturel de l'Ill » de la ville de Sélestat (Bas-Rhin), sur une parcelle d'un hectare. La maîtrise d'œuvre a été assurée par le cabinet toulousain W-Architectures. Le caractère fragmenté du bâtiment permet de traduire la logique fonctionnelle de l'organisation du bâtiment dont la confidentialité va croissant, des espaces dévolus à l'accueil du public aux zones de travail réservées aux chercheurs, puis au volume des dépôts, quasiment dépourvu d'ouvertures. La chaîne opératoire du mobilier est configurée en L autour des dépôts. La composition fragmentée permettra d'intégrer un nouveau « module » dans le cadre d'une éventuelle extension future des dépôts, pour laquelle une réserve foncière de 1000 m<sup>2</sup> a été prévue.

Le projet a donc porté sur la création d'un bâtiment abritant à la fois le siège d'Archéologie Alsace, les locaux du Centre de conservation et d'étude et des espaces mutualisés. Le maître d'ouvrage et propriétaire des lieux est Archéologie Alsace et le CCE est imbriqué dans ces

locaux mixtes. Le bâtiment offre 4235 m<sup>2</sup>, dont 2800 m<sup>2</sup> sont dévolus au CCE, soit les deux tiers des surfaces (**fig. 2**).



**Figure 2** Plan architectural du CCE Alsace. © Archéologie Alsace /W-Architectures.

Le CCE comprend des dépôts définitifs, un bureau pour le SRA, un pour la régie des collections, avec une salle de travail et quatre salles d'étude. Les espaces mutualisés concernent le traitement (salle de lavage, salle de conditionnement/pré-inventaire et laboratoire de restauration) et la bibliothèque. Si la salle d'étude pour le SRA fut pensée comme dévolue aux missions régaliennes (versement de mobilier, chantiers des collections, etc.), elle accueille aussi des chercheurs.

Dédiés à la conservation du mobilier, quinze dépôts occupent une surface totale de 1 450 m<sup>2</sup>. Quatre dépôts de transit permettent de gérer le mobilier d'Archéologie Alsace en cours d'étude : dépôt généraliste, chambre froide, dépôt sec et dépôt bois gorgés d'eau. Et quatre

dépôts définitifs sont décomposés en onze magasins<sup>2</sup> sur une totalité de 1285 m<sup>2</sup> (partie CCE) : sept dépôts « peu sensibles » (dont un réservé aux os animaux et un aux os humains), un dépôt « métaux », deux dépôts « sensibles et remarquables » et un dépôt « pondéreux ». Ces réserves sont équipées de rayonnages mobiles pour le rangement des bacs de normes Europe et de racks à palettes pour les hors formats, avec un étiquetage à code-barres. Les consignes climatiques prévoient des plages de tolérance limitant les variations brutales et une température différente en hiver et en été par souci d'économie d'énergie.

## Bilan de la construction et l'intégration des collections

Le budget total de l'opération s'élève à 10,5 millions d'euros. Le financement a été assuré par Archéologie Alsace et les Départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin à hauteur de 5,7 millions d'euros. Une subvention de l'État, par le ministère de la Culture et de la Communication via la DRAC, de 4 millions, a permis de couvrir 63 % du coût HT du projet CCE (le coût global du CCE s'élevant à 6,33 M euros TTC). Une seconde subvention de 800 000 euros a été versée par la Région Grand Est (anciennement Région Alsace).

De 2009 jusqu'au déménagement en 2016, des chantiers de collections ont été organisés en quatre campagnes. Environ 200 m<sup>3</sup> ont été traités : dépôts de l'État et versements de deux opérateurs (financement État : env. 461 000 €), et collections propriété du Haut-Rhin (financement du Département : env. 100 000 €). Plusieurs versements de mobilier aux normes du CCE ont été effectués.

Début 2018, environ mille opérations archéologiques et 195 000 objets sont référencés dans la base de données et rangés sur environ 10 700 bacs et 300 palettes, atteignant 400 m<sup>3</sup> sur une capacité totale de 1330 m<sup>3</sup> (soit 30 % d'occupation).

## Fonctionnement du CCE d'Alsace (H. Koehler)

### Les principes généraux dressés lors d'une première convention signée dès la conception du projet

Les principes généraux de fonctionnement du CCE d'Alsace ont d'abord été dressés dans les grandes lignes dès 2010 et figés dans une convention conclue entre les différents partenaires en 2012 : Archéologie Alsace, la DRAC Grand Est, les deux conseils départementaux du Bas-Rhin et du Haut-Rhin. Cette convention précise les responsabilités et engagements de chacun des partenaires pour la création, la gestion et le fonctionnement du CCE d'Alsace. Le CCE d'Alsace s'individualise par sa gestion mixte collectivité-État. La direction du CCE est assurée par la collectivité, et le fonctionnement est mixte entre personnel collectivité (2,5 équivalents temps plein) et personnel État (1 équivalent temps plein). La convention prévoit également la création d'un conseil scientifique composé de membres pour moitié nommés par l'État et pour moitié par la collectivité. Son avis est consultatif. Créé dès 2012, il se réunit en général une à deux fois par an et il a pu suivre le projet de construction dès son démarrage (plans, travaux, etc.).

<sup>2</sup> La partition des dépôts est due aux questions de désenfumage; les surfaces ont été réduites à moins de 100 m<sup>2</sup>.

Un ajustement du fonctionnement ainsi que des clarifications des missions de chaque partenaire ont pu être précisés et éprouvés à l'ouverture du Centre fin 2016.

### **Un fonctionnement éprouvé et précisé depuis l'ouverture du Centre en octobre 2016**

C'est notamment la mise à jour de procédures et documents administratifs communs concernant la gestion du mobilier qui a dû être pensée, l'objectif étant de simplifier au maximum les démarches pour les usagers et les personnes souhaitant accéder aux biens archéologiques mobiliers conservés au CCE d'Alsace. Le bâtiment et la direction du CCE étant sous la responsabilité de la collectivité, mais les collections archéologiques étant pour la plupart propriété état ou sous sa responsabilité, il a fallu créer des documents communs permettant de fluidifier les procédures. Les usagers adressent ainsi leur demande à la direction du CCE, qui ensuite les oriente vers les documents appropriés.

On peut distinguer les sollicitations pour les consultations sur place des demandes de prêt pour valorisation et des sorties pour analyse.

#### *Les consultations*

Les consultations des biens archéologiques mobiliers sont au cœur de l'activité du CCE.   cette fin, quatre salles d'étude ont été cr ees   proximité des dépôts. Elles sont équipées de petits matériels d'étude mis à disposition des chercheurs. La demande de consultation se fait par l'intermédiaire d'un formulaire à télécharger sur les sites internet d'Archéologie Alsace et de la DRAC Grand Est, à transmettre à la direction du CCE trois semaines minimum avant l'échéance souhaitée. Un règlement intérieur de consultation des collections a été écrit et validé par le Conseil scientifique. Il doit être signé par les usagers/externes. Il précise les conditions d'accès et de rangement des biens archéologiques mobiliers. Il demande par exemple une copie des travaux réalisés dans le cadre de la consultation.

En 2017, on dénombre 27 consultations au CCE d'Alsace, réunissant plus de 50 chercheurs français, allemands, suisses et anglais.

#### *Les sorties des biens archéologiques mobiliers*

On distingue plusieurs types de sortie de biens archéologiques mobiliers, exigeant des procédures différentes : les sorties pour exposition (temporaire ou permanente), pour étude ou pour analyses (destructrices ou non), en France, en Europe et hors Europe.

Le CCE a permis la sortie d'objets archéologiques pour 14 projets de valorisation ou expositions (**fig. 3**), et pour 15 projets d'étude et d'analyse.

#### *Les principes généraux*

Quel que soit le motif de la sortie, un document stipulant les conditions de sortie des biens archéologiques mobiliers est accessible sur les sites internet d'Archéologie Alsace et de la DRAC. Cela permet aux usagers de savoir si leur demande peut être acceptée (conditions de sécurité, délai, etc.).



**Figure 3** Conditionnement préalable à une sortie pour exposition.  
© Archéologie Alsace.

Une fois renseignés, les usagers adressent leur demande à la direction du CCE, qui les oriente vers le formulaire approprié en fonction du type de demande, à triple signature (usager, CCE, propriétaire/responsable).

#### *Exemple dans le cas d'une sortie pour exposition*

Pour illustrer ce fonctionnement, prenons l'exemple d'une sortie pour exposition temporaire en France. Un document accessible en ligne<sup>3</sup> définit les principes de conditions de prêt : en termes de délais, de conditions de présentation, etc. De même, une demande de prêt d'objets pour exposition est accessible et à adresser à la direction du CCE. Enfin, si le projet est accepté, une autorisation de prêt tripartite demandeur-CCE-propriétaire/responsable est signée.

### **Le rôle de l'État au Centre de conservation et d'étude à Sélestat (A. Davadie)**

Il est le même pour tous les centres et correspond aux missions suivantes : conserver et mettre à disposition les biens archéologiques mobiliers pour étude ou exposition.

#### **Les missions régaliennes**

##### *Centraliser le versement du mobilier et des archives de fouille*

En Alsace, quatre opérateurs interviennent lors d'opérations d'archéologie préventive : ce sont l'Institut national de recherches archéologiques préventives, la société Antéa-Archéologie, Archéologie-Alsace, partenaire de l'État dans le Centre, et la société Evéha.

<sup>3</sup> <http://www.archeologie.alsace/fr/collections/le-centre-de-conservation-et-detude-alsace.html>

En amont des deux missions citées, le Centre est aussi le lieu de versement des biens archéologiques et de la documentation, après que le rapport a été rendu et validé par la Commission compétente. En 2017, trois opérations ont été versées, dont une en transit<sup>4</sup>.

La construction du nouvel équipement satisfait les besoins locaux en termes d'espace et de conditions de conservation, comme évoqué précédemment<sup>5</sup>, mais un passif a été accumulé. De 2011 à 2016, le mobilier de certaines opérations a été entreposé provisoirement dans les locaux en sous-sol ou dans l'annexe de la DRAC    Strasbourg. Ce choix a augmenté le volume du mobilier par ajout à celui des fouilles faites jusqu'en 2009 par le service régional d'Archéologie d'Alsace. Il reste donc des collections à traiter, dans le bâtiment de la direction régionale comme dans les bases de deux opérateurs. Un prochain chantier de collections est prévu.



**Figure 4** Transport de palettes de mobiliers archéologiques de la DRAC, site de Strasbourg vers le CCE Alsace.    DRAC Grand Est, site de Strasbourg.

### *  tablir le statut de propriété*

Pour mettre à disposition ces mobiliers, comme demandé par la loi et le concept de Centre de conservation, il paraît préférable d'avoir instruit le statut de propriété. Cependant, si le service régional d'Archéologie a rapidement mis en œuvre cette exigence, d  s 2012, en informant les propriétaires de leur droit de revendication, les périodes de vacance de poste ont ralenti l'activité et généré un passif, alourdi par le changement de loi en 2016. Il est donc nécessaire de mettre en place une nouvelle procédure interne au service pour améliorer la gestion des biens archéologiques. Trois groupes de dossiers peuvent être distingués : le passif récent, de 2014 à 2016 inclus; la période entre 2001 et 2011, année qui vit la mise en place

<sup>4</sup> L'opération (6 palettes) doit être remise au musée d'Archéologie et au Musée historique de Strasbourg.

<sup>5</sup> Cf. *supra* « Le projet de nouveau centre » (Agathe Mulot).

en Alsace d'un logiciel de gestion du mobilier, uniforme et réglementaire; et tout ce qui précède la première loi sur l'archéologie préventive.

Notre propos est donc limité aux mobiliers de 950 opérations actuellement conservés au Centre et ne tient pas compte de ce qui est encore chez les opérateurs, les musées alsaciens, les mairies ou autres lieux de dépôt (estimés à 47 lieux, cf. *supra* « Le projet de nouveau centre »).

## Bilan et perspectives

### Quel état de conservation?

Cela varie d'une opération à l'autre, selon la nature des matériaux et des moyens mis en œuvre par les opérateurs après la fouille. Comme les mobiliers proviennent principalement d'opérations antérieures à 2011, le chantier des collections<sup>6</sup> a porté sur la prise en inventaire et le reconditionnement. La volonté de traiter le plus grand nombre d'opérations avant l'inauguration du bâtiment n'a pas donné lieu à un chantier parallèle de stabilisation des matériaux fragiles.

De plus, la question du tri se pose avec encore plus d'acuité, puisque le ministère n'a toujours pas donné de directives en ce sens. Si nous avons tous à l'esprit la quantité de tessons, de tuiles, de briques et de vases dans les dépôts ou réserve, sans parler des clous ou autres produits métalliques plus ou moins identifiables, nous ne pensons pas nécessairement aux bouteilles de bière inventoriées lors d'opérations en milieu urbain. Si la définition de l'archéologie des deux guerres mondiales n'est pas conceptualisée, les *militaria* qu'elles génèrent sont au cœur de la problématique du tri.

### Construire un bilan

La mise à disposition des mobiliers donne l'occasion de contrôler l'état de conservation, que ce soit pour étude ou pour exposition. La préparation pour étude est le moment d'établir un état du mobilier et de connaître les priorités définies avec le chercheur selon l'intérêt scientifique. De même, toute demande pour exposition impose un constat d'état qui, lui aussi, favorise l'élaboration d'une campagne.

La loi 2016-925 du 7 juillet 2016 rappelle que le mobilier doit être mis en état pour étude par l'opérateur et l'ordonnance du 30 juin 2017 prévoit que l'État est acteur de la sélection pour étude et du déclassement possible dans le cas d'analyses destructrices.

### Un nouveau chantier pluriannuel

Le chantier prévu pour l'année 2018<sup>7</sup> – saisie en inventaire et reconditionnement du mobilier et des archives – comprendra aussi un volet conservation, qui sera fondé sur le bilan des chantiers précédents et sur les remarques collectées lors des sorties de mobiliers.

Enfin, les demandes adressées au service régional ont entraîné l'achat de matériel de conditionnement mis à la disposition des structures, la commande de transports – trois en 2016 et 2017 –, l'intégration d'opérations (20 en 2017).

<sup>6</sup> Financé par l'État et porté par le PAIR, devenu Archéologie Alsace, 450 000 €.

<sup>7</sup> Le recrutement a eu lieu et permettra à un binôme de mener cette action durant 7 mois.

## Conclusion

L'ouverture du Centre de conservation et d'étude de Sélestat a partiellement répondu aux attentes des partenaires – opérateurs, musées et collectivités – et de façon positive quant aux lieux d'étude et de dépôts. L'  tat de conservation est dorénavant inscrit dans la programmation des interventions menées par l'équipe en place. En ce sens, cet équipement représente l'avenir pour les mobiliers archéologiques.

## Références bibliographiques

**Mulot A.** (2018), *Projet de Centre de conservation et d'étude (CCE) en Alsace, étude préliminaire*, rapport, Sélestat, PAIR et SRA Alsace, juin 2008, 106 p.

**Mulot A.** (2011), *Bilan de la conservation des collections archéologiques en Alsace :   tat des lieux régional, besoins et propositions. Projet de Centre de conservation et d'étude (CCE) pour l'Alsace – Pr  programme de l'opération*, rapport, volume 1, Sélestat, PAIR, juin 2011, 190 p.

### Les auteurs

**Axelle Davadie** Conservateur chargé du mobilier, DRAC Grand Est, SRA Strasbourg, [axelle.davadie@culture.gouv.fr](mailto:axelle.davadie@culture.gouv.fr)

**Héloïse Koehler** Directrice du CCE d'Alsace, Archéologie Alsace, 11 rue Jean-François Champollion, 67600 Sélestat, [heloise.koehler@archeologie.alsace](mailto:heloise.koehler@archeologie.alsace)

**Agathe Mulot** Responsable de l'unité Collections, chef de projet pour la création du CCE Alsace, Archéologie Alsace, 11 rue Jean-François Champollion, 67600 Sélestat, [agathe.mulot@archeologie.alsace](mailto:agathe.mulot@archeologie.alsace)

# APPORT ET INTÉRÊT DES NOUVELLES TECHNOLOGIES À LA CONSERVATION-RESTAURATION DE DEUX ARTEFACTS ARCHÉOLOGIQUES (JAMBIÈRES EN ALLIAGE CUIVREUX ET *CARDIOPHYLAX* EN MATÉRIAUX COMPOSITES)

FRANÇOISE MIELCAREK, SÉBASTIEN BRZUCHACZ

**Résumé** L'apport et l'emploi des nouvelles technologies combinées aux techniques classiques de restauration offrent de nouvelles perspectives, tant sur le plan technique que sur le plan de la recherche. Elles permettent de développer de nouvelles approches et facilitent la diffusion des données, des échanges auprès des professionnels du patrimoine et du grand public. Cet article permet d'illustrer concrètement l'apport et l'emploi des nouvelles technologies combinées aux techniques classiques de restauration sur deux objets phares métalliques et composites provenant du musée d'Aléria. En accord avec l'ancien conservateur en chef du musée départemental d'Archéologie d'Aléria, une démarche scientifique a été mise en place associant plusieurs professionnels scientifiques (conservateurs, conservateurs-restaurateurs, ingénieurs, etc.).

L'article porte sur une étude scientifique menée sur deux objets métalliques à la demande de M. Jean-Claude Ottaviani, conservateur en chef du musée départemental d'Archéologie d'Aléria. Il s'agit d'une paire de jambières en alliage cuivreux et d'un *cardiophylax* en matériaux composites. Ils proviennent de la nécropole-pré-romaine d'Aléria. Les fouilles ont été réalisées dans les années 1964 par M. J. Jehasse. Au moment de leur prise en charge par le LC2R, le décor « incisé » et les matériaux organiques n'étaient pas perceptibles.

Le but de cet article est de montrer que les techniques employées en conservation-restauration nécessitent l'apport de compétences scientifiques diverses qui vont permettre de rendre accessibles des informations pas ou peu visibles et de les préserver pour des études ultérieures.

La première partie va porter sur une paire de jambières et la seconde sur un *cardiophylax*.

## La paire de jambières

Le constat d'état sous loupe binoculaire a permis de mettre en évidence un certain nombre d'éléments (**fig. 1 et 2**). Elles sont incomplètes, déformées et très fragiles à manipuler. Elles présentent de nombreuses micro-fissures, craquelures et lacunes.

La surface d'origine a disparu en de nombreux endroits. On observe également de nombreux collages et comblements anciens et des traces anciennes de meulage et de rayures indéterminées. Elles présentent une couverture noire huileuse indéterminée sur toute la surface.

Suite à ce constat d'état, un certain nombre d'interventions sont réalisées. La figure 3 présente une liste chronologique des interventions menées avec l'accord du conservateur en chef du musée d'Aléria.



**Figure 1** Paire de jambières avant restauration.  
© LC2R Draguignan.



**Figure 2** Vue de face d'une jambière avant restauration. © LC2R Draguignan.

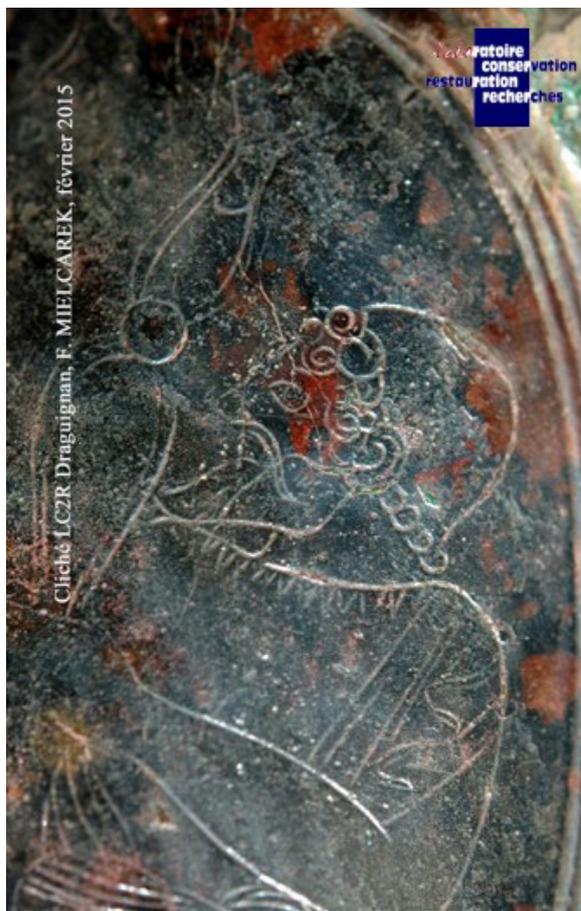
Interventions	Opérateurs
1- Photographies avant, pendant et après restauration	LC2R
2- Radiographies avant restauration	Centre Imagerie médicale de Draguignan
3- Constat d'état → Protocole d'intervention → BPL	
4- Sondages sous loupe binoculaire	LC2R
5- Suppression de la couche huileuse noire	
6- Dégagement mécanique sous loupe binoculaire	
7- Analyses par micro-spectroscopie de fluorescence X (mXRF)	CEREGE
8- Dessin archéologique	EPHE

**Figure 3** Liste chronologique des interventions.

Le principal objectif était d'améliorer la lisibilité du décor « incisé » mis en évidence au cours du dégagement mécanique afin de permettre son étude et sa présentation muséographique. Au cours du dégagement mécanique sous loupe binoculaire, des traits sont apparus, difficiles à observer car recouverts de produits de corrosion du cuivre épais. La poursuite du dégagement s'est ensuite effectuée millimètre par millimètre à l'aide de meulettes en acier et différents personnages sont révélés (fig. 4 et 5). La profondeur du décor incisé est de l'ordre de 100 µm.

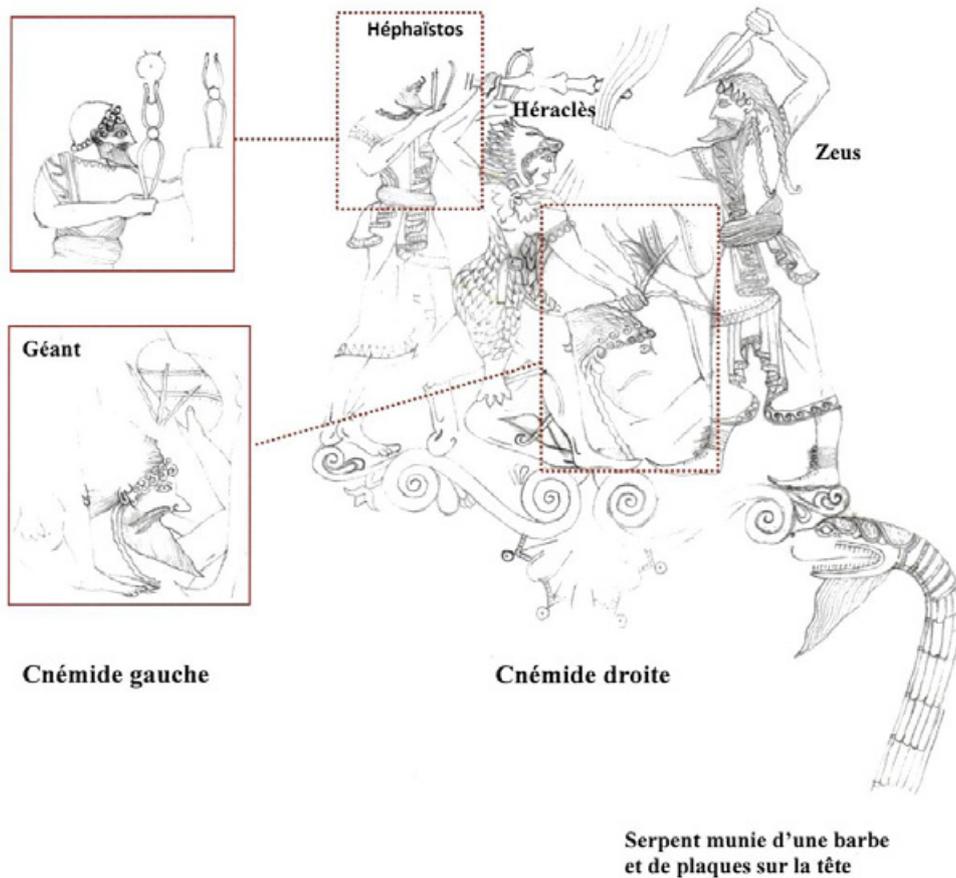


**Figure 4** Aperçu d'Héphaïstos, jambière droite.  
© LC2R Draguignan.



**Figure 5** Aperçu détaillé d'Héphaïstos, jambière gauche. © LC2R Draguignan.

Suite à cette découverte, M. Stéphane Verger, directeur d'études à l'École pratique des hautes études, a reproduit à l'échelle les scènes mythologiques (fig. 6) révélées par le dégagement mécanique. Selon ses explications, il s'agit d'une gigantomachie, le combat des géants contre les dieux de l'Olympe. La composition et la construction de la scène se révèlent très complexes. Malgré la précision de ce dessin, des zones restent inaccessibles. Pour essayer de récupérer les détails endommagés du décor, des techniques physiques complémentaires (fig. 7) sont mises en place après discussion avec le conservateur en chef du musée d'Aléria. Elles devaient permettre d'améliorer à la fois son étude et sa présentation au public.



Dessin 1 : scène mythologique, dessin reproduit par M. Stéphane VERGER

**Figure 6** Scènes mythologiques représentant une gigantomachie.

Interventions	Opérateurs
9- Radiographies et scanner après restauration	Polyclinique de Draguignan
10- Numérisation 3D après restauration	Digiscan 3D
11- Couverture photographique après restauration	Studio Guichard
12- Animation virtuelle	Perazio Engineering
13- Contacts	CEA de Cadarache
14- Tomographie	CETIM
15- Publication	LC2R + partenaires
16- Présentation muséographique	Musée départemental d'Archéologie d'Aléria

**Figure 7** Liste chronologique des interventions (suite).

Une nouvelle tentative de radiographies et de scanner est réalisée. Elle n'a pas donné de résultats probants dus au manque de sensibilité de ces méthodes, principalement dédiées au domaine médical. Une numérisation des jambières est alors tentée. Cependant, la surface lisse et l'extrême finesse du décor n'ont pas permis d'obtenir le résultat escompté.

La décision est prise de faire appel à un photographe professionnel dit « de l'extrême », car ce dernier a réalisé la couverture photographique des grottes de Lascaux et Chauvet et, avec son équipe, il a mis au point une technique de colorisation 3D qui permet d'obtenir une image nette en tout point. « Il ne s'agit plus de photographie mais plutôt d'imagerie » selon ses propres termes. Cette équipe a ensuite réalisé une animation dont voici deux prises de vue (**fig. 8 et 9**).



**Figures 8 et 9** Traitement 3D par la société Perazio Engineering, imagerie numérique HD et tracé superposé sur les micro-gravures par le Studio Guichard.

Un tracé superposé permet de mieux appréhender le décor incisé et sa disposition sur une jambière. Ce résultat, malgré son intérêt, ne permettait pas de mettre en évidence les détails manquants des décors dans les zones endommagées par la corrosion.

En accord avec le conservateur du musée d'Aléria, le CEA de Cadarache a été contacté, il nous a mis en contact avec le CETIM pour une analyse plus adaptée à nos besoins. Cette structure a accepté d'intervenir gracieusement et d'insérer ces jambières dans une étude de faisabilité avec mise à disposition du tomographe.

## Contrôle par tomographie X

### Principe

La tomographie est une technique d'imagerie développée initialement pour le domaine médical, dont le système d'acquisition est mieux connu sous le nom de scanner à rayons X. Cette technique est basée sur l'inversion des mesures d'une grandeur physique caractéristique d'un milieu à l'aide d'algorithmes mathématiques. Dans le cas de la tomographie X, la grandeur physique mesurée correspond au coefficient d'atténuation des rayons X en transmission de l'objet scanné. La tomographie permet ainsi de reconstruire des coupes transverses d'un objet à partir de ses radiographies. Dans les tomographes industriels, ces radiographies sont prises selon différents angles de vues, perpendiculairement aux coupes reconstruites, sur 360°. Il est ensuite possible de reconstruire l'objet en 3D à partir des coupes 2D, grâce à des techniques de traitement d'image appliquées en post-acquisition, et d'accéder ainsi à tout le volume de l'objet inspecté.

### Description

Le micro-tomographe industriel se distingue du scanner médical par son tube à rayons X et son détecteur plan à 2 dimensions. Ce tube à rayons X est plus énergétique et beaucoup plus résolu, ce qui permet de traverser des matériaux plus denses que le corps humain et d'atteindre des résolutions inférieures à 100 µm. Le détecteur se présente sous la forme d'un écran plat doté d'un million de pixels de 200 µm et permet d'atteindre une résolution d'image identique dans les trois directions de l'espace. La figure 10 regroupe les caractéristiques techniques du tomographe.

<b>Marque</b>	Tomographe Yxlon Y.CT Modular
<b>Tube X</b>	Fein Focus FXE-225.48 directionnel à micro-foyer variable 225 kV / 320 W
<b>Détecteur</b>	Détecteur plan 2D Perkin Elmer XRD 0822-16 HDR Premium 16bit 200 µm, 1024 × 1024 éléments
<b>Bâti</b>	Marbre en granit de 3770 mm x 976 mm x 2463 mm, monté sur 4 isolateurs pneumatiques à membrane BiAir de Bilz
<b>Mécanique</b>	8 axes motorisés, répétabilité < 10 µm
<b>Algorithme de reconstruction</b>	Rétroprojection filtrée adaptée à la géométrie conique (Feldkamp)
<b>Encodage images</b>	Entier non signé sur 16 bits

**Figure 10** Caractéristiques techniques.

Sur la **figure 11**, vous découvrez le tomographe enfermé dans une cabine de radioprotection. Vous avez à droite les 2 tubes à rayons X montés l'un sur l'autre, au centre l'objet positionné sur un plateau motorisé qui tourne à 360° et à gauche de l'image se trouve le détecteur numérique.



Figure 11 Tomographe du CETIM. © CETIM.

### Processus

Le processus de mesure en tomographie se décompose en trois grandes phases : l'acquisition, la reconstruction et l'exploitation.

La phase d'acquisition consiste à positionner l'objet à scanner sur le plateau tournant situé entre le tube à rayons X et le détecteur, puis à prendre environ 1500 radiographies numériques de l'objet sur  $360^\circ$  (nombre variable qui dépend des dimensions du détecteur et de l'objet scanné) grâce au mouvement de rotation du plateau. Si l'objet est plus grand que le détecteur, il est possible d'enchaîner les scans successifs en hauteur afin de couvrir entièrement l'objet, le système se chargeant de gérer les zones de recouvrement entre les différents scans réalisés. La principale difficulté de cette étape a consisté à maintenir fixe chaque jambière sur le plateau tournant.

La phase de reconstruction consiste à inverser l'ensemble des radiographies réalisées sur  $360^\circ$  grâce à un algorithme mathématiques appelé « rétroprojection filtrée », adapté à la géométrie conique (également connu sous le nom d'algorithme de Feldkamp). Cette phase requiert l'utilisation d'un ordinateur spécifique dans lequel l'algorithme est implémenté, car les temps de calcul et la quantité de données traitées peuvent être très importants. Les paramètres de contrôle mis en œuvre pour le scan des jambières sont synthétisés dans la **figure 12**.

À la fin du processus, l'équipement fournit un empilement de coupes 2D décrivant l'objet et son contenu. Il est alors nécessaire d'utiliser un logiciel de traitement d'images 3D pour visualiser les coupes, obtenir une représentation 3D de l'objet et éventuellement réaliser des traitements plus spécifiques. C'est la phase d'exploitation des données qui permet d'extraire du scan les informations initialement recherchées. Le scan se traite comme un volume décrit par un pixel 3D que l'on appelle voxel.

<b>Tension</b>	160 kV
<b>Intensité</b>	0,32 mA
<b>Taille du foyer / Filtrage du faisceau X</b>	26 $\mu\text{m}$ / 0,5 mm de cuivre
<b>Dimensions actives du détecteur</b>	2032 x 1024 pixels + 3 positions verticales
<b>Temps d'intégration</b>	1 x 950 ms
<b>Nombre de projections</b>	2070
<b>Distance source – détecteur</b>	800 mm
<b>Grossissement</b>	3,28
<b>Résolution d'image en X / Y / Z</b>	58,62948 $\mu\text{m}$ en XY et 60,64234 $\mu\text{m}$ en Z
<b>Dimensions du volume reconstruit X / Y / Z</b>	2048 x 2048 x 3072 voxels

**Figure 12** Paramètres de contrôle.

Dans le cas des jambières, l'objectif principal de l'exploitation des données était d'obtenir une représentation 3D des gravures et de réaliser une mise à plat des jambières afin d'en fournir une représentation plus facile à lire et interpréter. Ces opérations nécessitent de déterminer les contours de l'objet scanné en se basant sur la valeur des niveaux de gris de l'image (seuillage adaptatif). La représentation 3D que l'on obtient permet déjà d'examiner en détail les gravures.

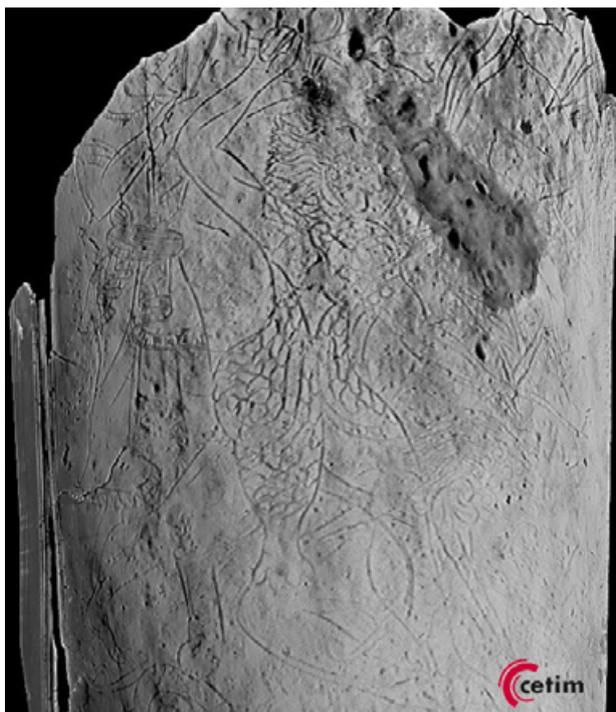
Pour la mise à plat du volume, il est nécessaire de définir une forme libre à partir de la surface gravée. Le succès de l'opération dépend fortement de la qualité des contours préalablement déterminés.

## Résultats

Les images reconstruites par tomographie ne contiennent pas beaucoup d'artéfacts en raison de la forme relativement simple des jambières et de la faible épaisseur de cuivre à traverser pour les scanner. En revanche, l'examen des gravures a montré que la résolution d'image atteinte n'était pas suffisante pour rendre compte de toutes les gravures, en particulier les moins marquées, ainsi que de l'épaisseur résiduelle des jambières par endroits. Ce manque de résolution se traduit localement par des épaisseurs de quelques voxels sur lesquelles la détermination des contours est moins précise. Les conséquences sur le volume mis à plat sont l'apparition de zones floues ou de zones noires donnant l'impression d'informations manquantes.

Le seul moyen d'augmenter la résolution d'image serait d'avoir recours à un détecteur plus grand ou plus résolu. Une des contraintes de la tomographie à rayons X réside dans la nécessité de conserver toute la largeur de l'objet scanné dans le champ de vue du détecteur pendant l'acquisition. La résolution d'image maximale que l'on peut obtenir dépend en fait du diamètre maximal de l'objet scanné ainsi que du nombre de pixels du détecteur (en supposant que ce dernier soit plus large que l'objet). Avec les nouveaux détecteurs, il serait possible d'atteindre une résolution d'image comprise entre 30 et 35  $\mu\text{m}$ .

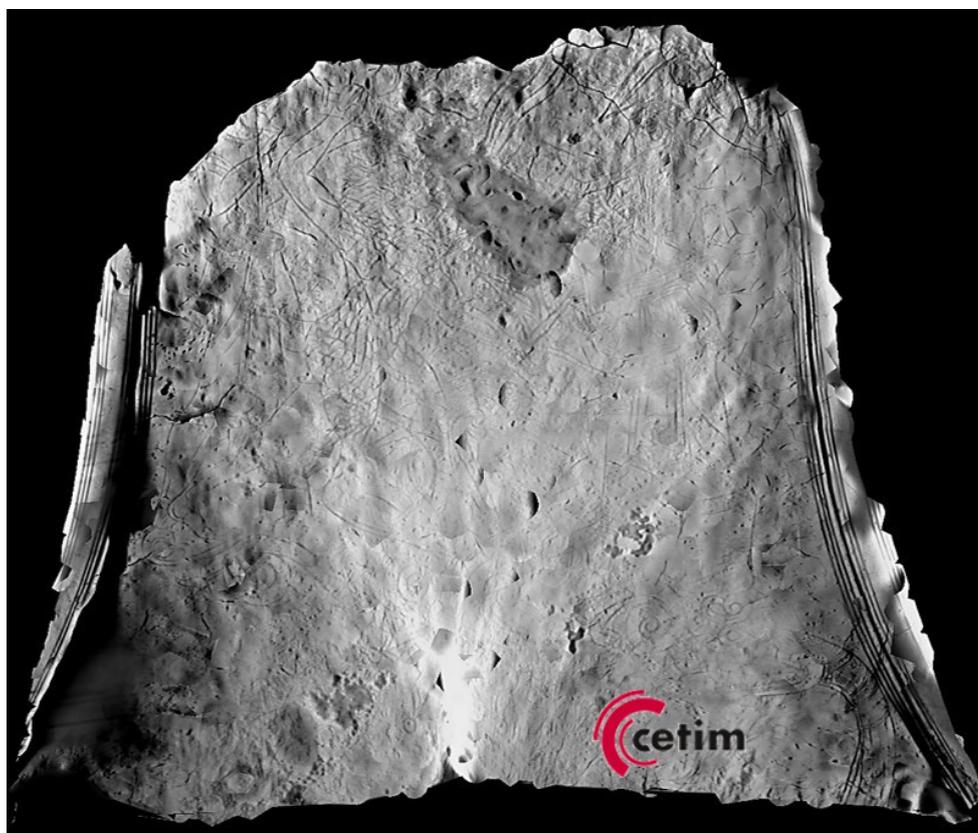
Les résultats sont cependant assez probants, ils permettent de visualiser certaines zones endommagées par la corrosion et d'acquiescer une meilleure visibilité des détails conservés.



**Figure 13** Exemple de résultats obtenus grâce au tomographe. © CETIM.

En outre, ces clichés confirment en certains endroits la perte totale d'informations (**fig. 13**). Toutes ces données vont nous permettre de comparer le dessin, le décor incisé et les clichés tomographiques afin d'affiner la compréhension des scènes mythologiques.

Grâce à des logiciels spécifiques, un travail de remise à plat (**fig. 14**) d'une des deux jambières scannées est effectué. Ce travail a rencontré de nombreux problèmes liés à la faible épaisseur des jambières et à l'importante dégradation de la surface. Il mériterait d'être poursuivi et finalisé. Les zones en gris foncé ou noir correspondent à des faibles épaisseurs au niveau desquelles la détection de contour n'a pas fonctionné correctement. À terme, il devrait permettre une lecture en 2D des décors et par la suite (pourquoi pas?) un repositionnement de ces derniers sur des jambières numérisées à des fins de présentation muséographique.



**Figure 14** Tentative de mise à plat d'une des deux jambières scannées. © CETIM.

## Le *Cardiophylax*

Le *cardiophylax* (fig. 15) est une cuirasse composée de deux disques convexes en alliage cuivreux doublés de fer, réunis par une longue plaque en fer articulée par un système de charnières en fer et en alliage cuivreux.



Figure 15 *Cardiophylax* avant restauration. © LC2R Draguignan.

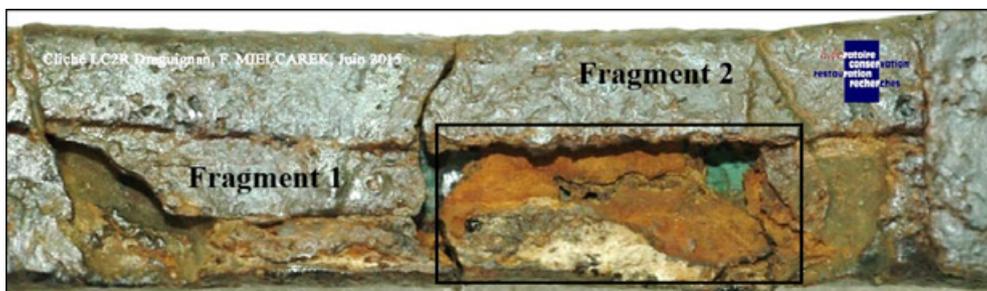


Figure 16 Élément de *cardiophylax* en cours de dégagement mécanique.  
© LC2R Draguignan.

Après dégagement mécanique de la longue plaque en fer (fig. 16), plusieurs éléments sont révélés :

- du bois minéralisé au niveau des deux disques convexes;
- des matériaux organiques minéralisés à l'intérieur des longues plaques en fer. Il s'agit de fourrure et peut-être de textile (fig. 17 et 18). Des analyses sont prévues pour confirmer ou infirmer ces observations macroscopiques;
- un décor géométrique (?) sur l'avant, très endommagé.



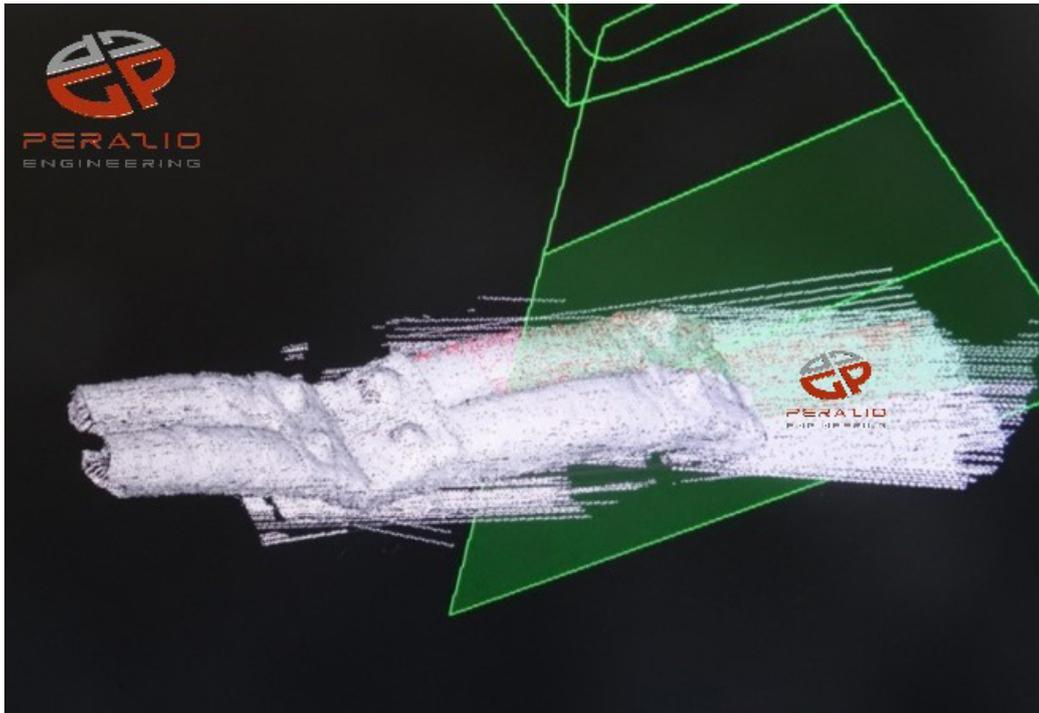
**Figure 17** Mise en évidence de traces de textile (à confirmer par des analyses).  
© LC2R Draguignan.



**Figure 18** Mise en évidence de traces de fourrure (à confirmer par des analyses).  
© LC2R Draguignan.

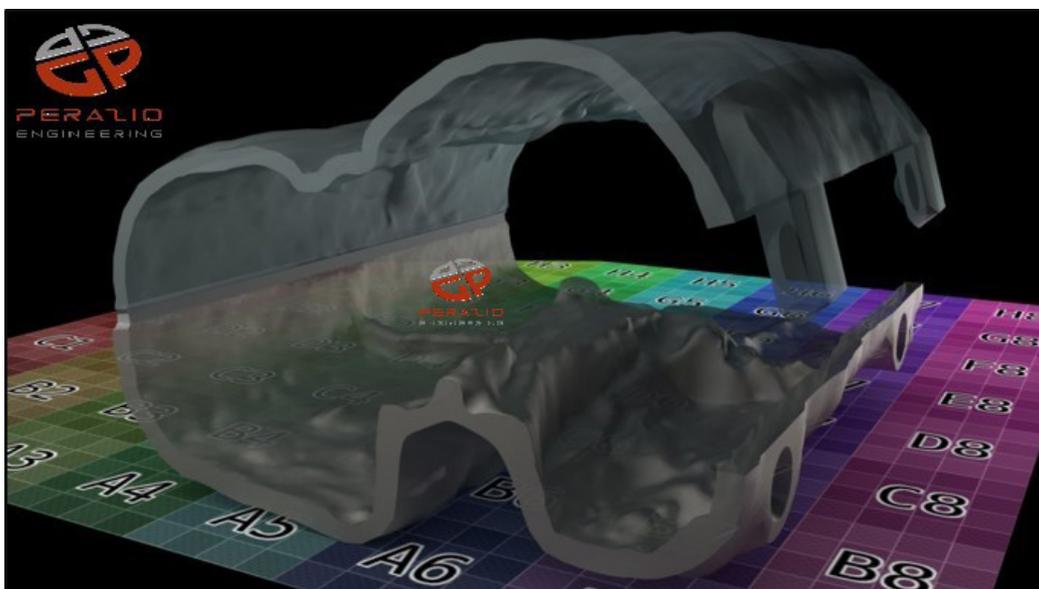
Suite à cette découverte, deux propositions sont présentées au conservateur en chef du musée d'Aléria. La première proposition consistait à repositionner les deux fragments de manière classique par collage et consolidation, mais cela entraînait un risque de contaminer les matériaux organiques et de ne plus pouvoir y accéder pour des études ultérieures.

La seconde proposition suggérait de créer un support translucide par numérisation des deux fragments avec un laser Tracker Leica et son T-Scan (fig. 19) et de réaliser son impression 3D.



**Figure 19** Numérisation des 2 fragments avec un laser Tracker Leica.  
© Perazio Engineering.

Le support ou gaine est conçu virtuellement (**fig. 20**) pour donner une épaisseur à cette « peau » numérisée afin d'obtenir un juste équilibre entre souplesse (pour la charnière) et rigidité (pour le maintien).



**Figure 20** Conception virtuelle du support translucide. © Perazio Engineering.

La surface interne de la gaine est décalée de quelques dixièmes de millimètre pour 2 raisons :

- ne pas endommager la surface des matériaux organiques;
- corriger l'épaisseur de la buse de l'imprimante 3D.

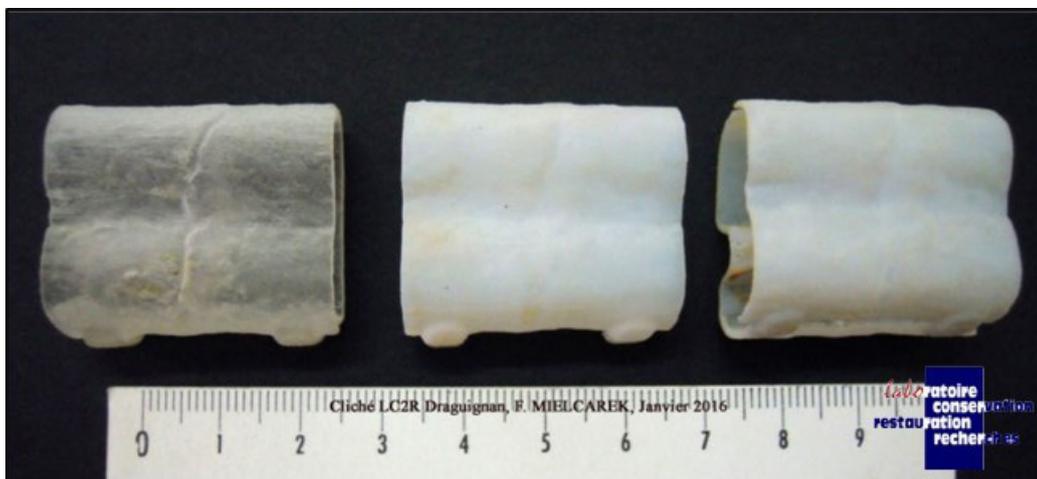
Au final, la modélisation précise des fragments (**fig. 21**) a permis d'obtenir un maintien parfaitement ajusté et sans contrainte.



**Figure 21** Adaptation virtuelle du support translucide. © Perazio Engineering.

Le fichier 3D a ensuite été envoyé à la société 3D Inlab pour impression par la technologie 3D Polyjet (**fig. 22**).

Plusieurs essais sont effectués afin d'ajuster la gaine sur les deux longues plaques en fer désolidarisées.

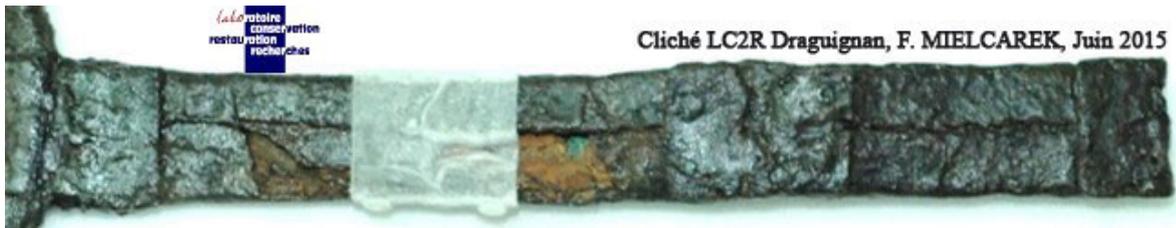


**Figure 22** Impression 3D Polyjet du support translucide (gaine). © LC2R Draguignan.

Les **figures 23** et **24** permettent de découvrir le résultat final (avers et revers). Il est possible de teinter cette gaine et de la remplacer à la demande.



**Figure 23** Résultat final obtenu après positionnement de la gaine (avers). © LC2R Draguignan.



**Figure 24** Résultat final obtenu après positionnement de la gaine (revers). © LC2R Draguignan.

## Conclusion

Les techniques présentées dans cet article, micro tomographie et numérisation 3D, sont quelques exemples de technologies non destructives et non invasives. Elles permettent :

- de modéliser complètement un objet;
- de le manipuler virtuellement sur écran;
- de conserver et d'archiver les découvertes;
- d'assister les conservateurs-restaurateurs dans leurs recherches;
- de développer des collaborations scientifiques avec le secteur public et le monde industriel;
- de diffuser les connaissances auprès des professionnels, des étudiants et du grand public.

Ces nouvelles technologies ont permis :

- d'améliorer sur les jambières la lisibilité du décor « incisé » et de retrouver en certains endroits l'empreinte du décor endommagé par la corrosion;
- de réaliser une étude scientifique descriptive, puis comparative, et de faciliter ultérieurement leur présentation muséographique.

## Remerciements

Les auteurs remercient leurs partenaires de Perazio Engineering (José Péral et Serge Valcke), de Digiscan 3D (Vincent Lacombe), de Studio Guichard (Lionel Guichard), de 3D INLAB (François Malaplate), du CEREGE (Perrine Chaurand) et du CEA Cadarache (Jean-Luc Pettier).

Leurs remerciements vont tout particulièrement à Jean-Claude Ottaviani, conservateur en chef des musées départementaux de la Haute-Corse et du musée départemental d'Archéologie d'Aléria, à la retraite, à Jean-Michel Bontempi, archéologue, adjoint du patrimoine du musée départemental d'Archéologie d'Aléria et, également, à Joseph Césari, ancien conservateur régional de l'Archéologie DRAC Corse, et Franck Léandri, directeur régional des Affaires culturelles de Corse.

## Références bibliographiques

**Kartaki E.** (2017), « The use of computer tomography for creating virtual archives of conservation condition reports. The case study of a 17<sup>th</sup> century casket », dans Vavouranakis G. Katsianis, M., Papadatos Y., Mouliou M., Peditris P. (ed.) *Digital pasts for the present – Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Greek Chapter (CAA-GR). Athens, 20-21 December 2016*, Athens, p. 105-113.

**Minozzi S., Giuffra V., Bagnoli J., Paribeni E., Giustini D., Caramella D., Fornaciari G.** (2010), « An investigation of Etruscan cremations by computed tomography (CT) », *Antiquity* 84 (323), March 2010, p. 195-201.

**Nicolas T., Gaugne R., Tavernier C., Gouranton V., Arnaldi B.** (2016), « La tomographie, l'impression 3D et la réalité virtuelle au service de l'archéologie », *Les Nouvelles de l'archéologie*, n° 146, p. 16-22.

**Noel J., Subsol G., Mafart B., Guipert G., Gascuel J.-D.** (2005), « Les collections muséographiques en 3D par micro tomographie rayons X », tiré à part des *Actes du colloque Virtual Retrospect 2005, Biarritz 8, 9 et 10 novembre 2005*, p. 1-5.

### Les auteurs

**Françoise Mielcarek\*** Conservateur-restaurateur métal/matériaux composites, LC2R; associée de la SCOP LC2R et référent Hygiène et Sécurité, LC2R, [fra.mielcarek@gmail.com](mailto:fra.mielcarek@gmail.com)

**Sébastien Brzuchacz** Coordinateur métier Tomographie - Pôle EPI – CETIM, [Sebastien.Brzuchacz@cetim.fr](mailto:Sebastien.Brzuchacz@cetim.fr)

\* Auteur auquel doit être adressée la correspondance.

# MICORR : UN OUTIL D'AIDE AU DIAGNOSTIC ET DE PARTAGE DE SAVOIR SUR LES MÉTAUX ARCHÉOLOGIQUES

CHRISTIAN DEGRIGNY, CÉDRIC GASPOZ

**Résumé** L'application MiCorr vise à aider les professionnels de la conservation-restauration à réaliser le diagnostic le plus juste possible sur les métaux patrimoniaux qu'ils étudient. Sur la base d'observations visuelles et donc non invasives des formes de corrosion développées, retranscrites sous MiCorr à l'aide d'un outil de construction de structures stratigraphiques et enrichies de différents mots-clés propres aux métaux étudiés, l'utilisateur se voit proposer des modèles de corrosion équivalents ou proches. Au-delà de la simple consultation de la base de données de MiCorr, l'utilisateur peut insérer ses propres données, les partager et devenir ainsi un contributeur actif de ce site participatif.

Les projets de recherche participatifs ont le vent en poupe et permettent à chacun de s'impliquer selon ses moyens et ses centres d'intérêt. Les thèmes concernés touchent des domaines aussi variés que l'astronomie (Galaxy zoo<sup>1</sup>), la médecine (Epidemium<sup>2</sup>) ou l'environnement (isPEX<sup>3</sup>). L'unité de recherche Arc en conservation-restauration (UR-Arc CR) de la Haute École Arc de Neuchâtel (Suisse) développe depuis quelques années quelques projets de recherche dits participatifs, avec le souhait que la communauté des conservateurs-restaurateurs s'implique réellement là où elle est partie prenante. Trop souvent, en effet, la recherche en conservation-restauration des objets patrimoniaux est pilotée par des chercheurs d'autres domaines qui, naturellement, orientent les projets dans leur domaine de compétence : archéométrie, chimie des matériaux, corrosion, sciences environnementales, etc., laissant de côté les réels besoins de la profession.

La Haute École Arc Conservation-restauration (HE-Arc CR) forme de futurs professionnels en conservation-restauration d'objets archéologiques et ethnographiques (CRAE) ainsi que d'objets techniques, scientifiques et horlogers (CROSTH). Afin d'accompagner les différents projets pédagogiques, l'UR-Arc CR a créé des outils *open source*, portables, bon marché, d'utilisation aisée et donc adaptés aux besoins des étudiants des deux orientations CRAE et CROSTH. Ainsi, l'application *DiscoveryMat* (<http://157.26.64.17:8080/bilat-discoveryMat-user/index.html>) développée avec le soutien technique de la HE-Arc Ingénierie, répond à un besoin d'analyse qualitative des matériaux métalliques patrimoniaux peu oxydés. Elle est basée sur le suivi local de leurs potentiels de corrosion en fonction du temps, en présence de trois solutions différentes, et la comparaison des tracés obtenus à ceux d'une base de données.

<sup>1</sup> Triage de données astronomiques : <https://www.zooniverse.org/projects/zookeeper/galaxy-zoo/>

<sup>2</sup> Étude multifactorielle et multiforme du cancer : <http://www.epidemium.cc/>

<sup>3</sup> Mesure de la pollution atmosphérique dans onze grandes villes d'Europe : <http://isplex-eu.org/>

L'application fonctionne bien pour les alliages cuivreux et est en cours de développement pour les alliages d'aluminium. La pertinence de l'outil dépend toutefois de l'enrichissement des bases de données pour ces deux familles d'alliages par les conservateurs-restaurateurs. Une seconde application, SCHEMATEC (<http://schematec.he-arc.ch/>), dédiée aux conservateurs-restaurateurs de l'orientation CROSTH, permet de décrire le fonctionnement des objets qu'ils étudient selon une méthodologie basée sur la représentation schématique et d'en faire bénéficier les membres de leur communauté par le partage des données acquises. Enfin, l'application MiCorr ([www.micorr.org](http://www.micorr.org)) consiste en une aide au diagnostic d'objets métalliques sur la base du descriptif de leurs formes de corrosion et de la comparaison de ces dernières à celles d'une base de données. Elle est interrogeable à l'aide de deux moteurs de recherche, l'un utilisant des mots-clés et l'autre, plus original, exploitant la représentation stratigraphique des formes de corrosion observées (Degrigny, 2016). Dans la suite, nous rappelons la problématique à l'origine de la création de MiCorr. Nous détaillons ensuite les possibilités offertes par l'application et les perspectives futures.

## Rappel de la problématique

Un des principaux objectifs de la conservation-restauration est de développer des traitements de conservation-restauration appropriés. Pour cela, nous avons besoin de connaître la nature des matériaux étudiés et leur niveau d'altération. L'accès à ces informations requiert des analyses et donc des ressources en temps et en personnel qui sont la plupart du temps limitées.

Aussi l'examen des métaux patrimoniaux par les conservateurs-restaurateurs se fait principalement à l'aide de moyens peu coûteux (observation visuelle et sous binoculaire) qui permettent d'établir un constat d'état sans qu'aucun prélèvement n'ait été effectué. Après consultation de la littérature spécialisée se référant aux formes de corrosion observées, un premier diagnostic est formulé, dont découlent les éventuelles propositions d'intervention. Cette approche a néanmoins ses limites du fait de l'hétérogénéité des formes de corrosion observées sur un même objet, de la subjectivité de notre observation et du manque de spécificité des modèles de corrosion publiés.

Avec MiCorr, les conservateurs-restaurateurs bénéficient non seulement d'une base de données dédiée, constituée de formes de corrosion répondant mieux à la complexité des matériaux qu'ils étudient, mais également d'outils de recherche interactifs et novateurs permettant de l'interroger et de l'enrichir (**fig. 1**). L'outil est en langue anglaise du fait du caractère international du savoir et des compétences en conservation-restauration.

## MiCorr : un outil de consultation

L'un des deux moteurs de recherche de MiCorr est basé sur la construction de stratigraphies des formes de corrosion développées sur les matériaux étudiés. Conçu à partir de l'approche descriptive des formes de corrosion de Bertholon (Bertholon, 2000), il consiste à renseigner les caractéristiques des strates (sédiments, dépôts, couches de corrosion, lacunes, métal corrodé, métal résiduel, etc.) observées par le conservateur-restaurateur lors du sondage de surface et constituant les structures de corrosion. L'interface créée sous MiCorr lui permet de visualiser ces stratigraphies au fur et à mesure de l'ajout des strates et des caractéristiques renseignées (**fig. 2**). Il est important de noter que toutes les stratigraphies des formes de corrosion de la base de données ont été construites selon la même approche.

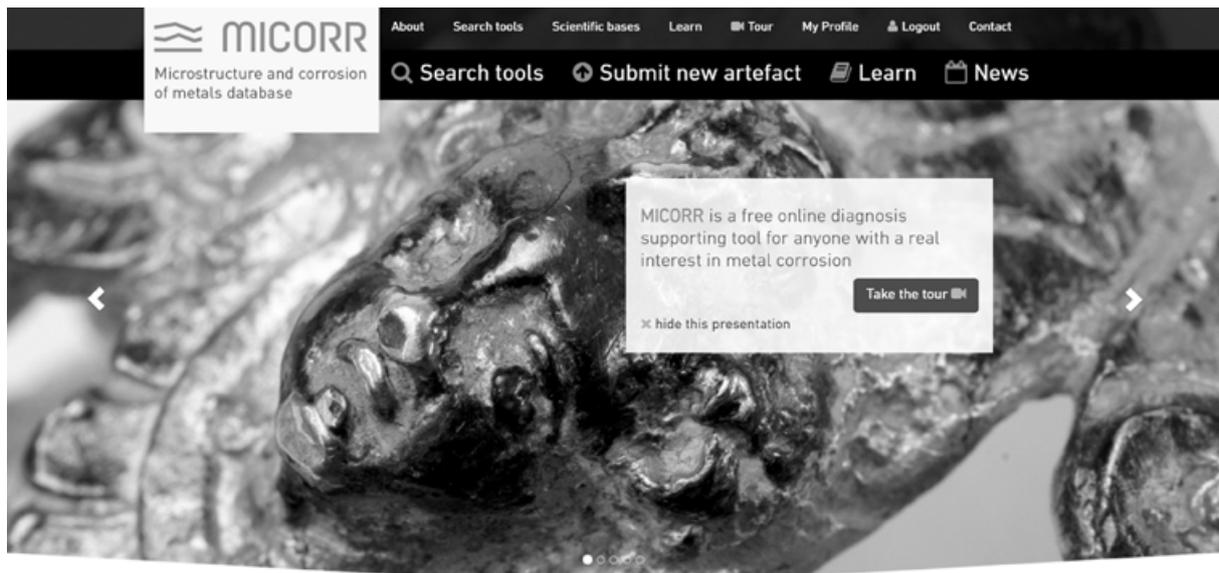


Figure 1 Page d'accueil de l'application MiCorr. © HE-Arc CR.

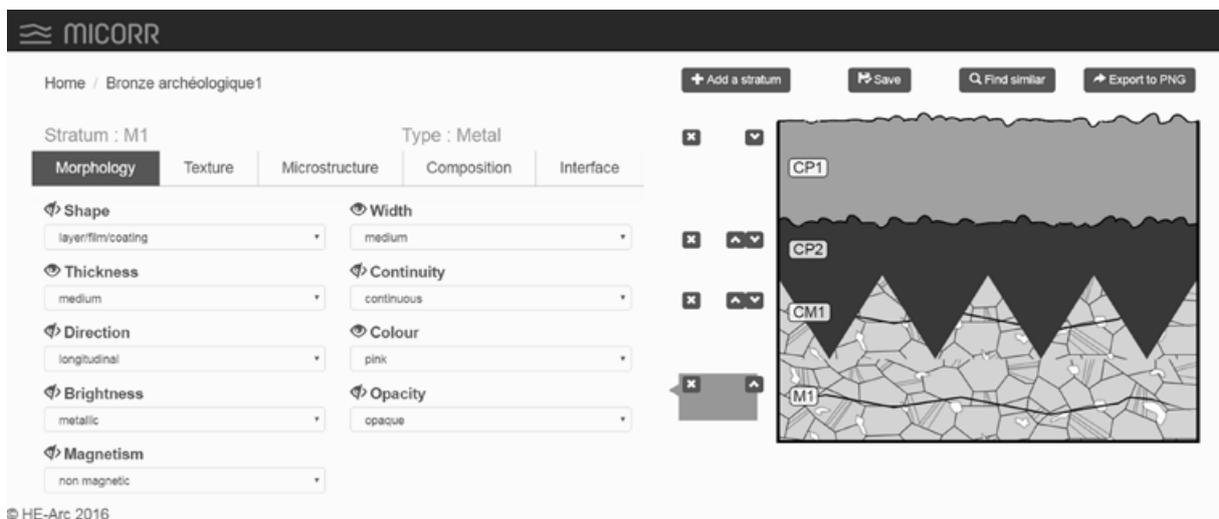
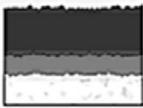
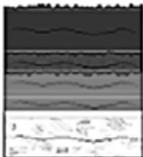
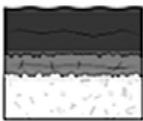
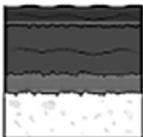
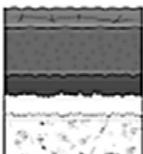


Figure 2 Construction de la stratigraphie d'une forme de corrosion d'un objet archéologique inconnu à l'aide de l'application MiCorr. À droite la représentation d'ensemble avec indication de la strate dont les caractéristiques sont renseignées à gauche. © HE-Arc CR.

Une fois les représentations des stratigraphies des formes de corrosion de l'objet étudié finalisées, un outil de comparaison, basé sur le nombre total des caractéristiques des stratigraphies étudiées et la correspondance avec les stratigraphies des matériaux de la base de données, permet d'établir un pourcentage (%) de similarité (*matching*) (fig. 3). Le meilleur score correspond, *a priori*, à un matériau de la base de données présentant une forme de corrosion proche de celle du matériau étudié.

Le conservateur-restaurateur peut alors ouvrir la stratigraphie présentant le meilleur score et vérifier que celle-ci correspond bien à la forme de corrosion observée. Dans l'affirmative, il peut accéder à la fiche artefact dont est issue la stratigraphie et consulter l'ensemble des informations relatives à l'objet correspondant : description, contexte d'utilisation et de découverte, composition et microstructure du métal de base et analyse des couches de corrosion, etc. Ainsi, sans prélèvement de l'objet étudié, le conservateur-restaurateur peut appréhender le type de matériau développant les formes de corrosion observées.

## List of similar artefacts

#	Picture	Matching 100%	Metal Family	Metal Alloy	Object	Chronology	Technology
1		55	Cu	Cu Alloy	Architectural element	Modern Times	Rolled, annealed after cold working
2		52	Cu	Tin Bronze	Bed structure	Roman Times	Partly annealed after cold working
3		52	Cu	Cu Alloy	Architectural element	Modern Times	Rolled (probably hot rolling) and annealed
4		50	Cu	Leaded Bronze	Jewellery	Late Bronze Age	As-cast
5		50	Cu	Leaded Bronze	Knife	Late Bronze Age	Cold worked after annealing

**Figure 3** Tableau de correspondance entre la stratigraphie de la figure 2 et celles stockées dans la base de données de MiCorr. À gauche les stratigraphies interactives (en cliquant sur l'une d'elles on retrouve une image similaire à celle de la figure 2) et à droite les informations des objets associés. En cliquant sur n'importe quel champ on accède à la fiche artefact de l'objet correspondant. © HE-Arc CR.

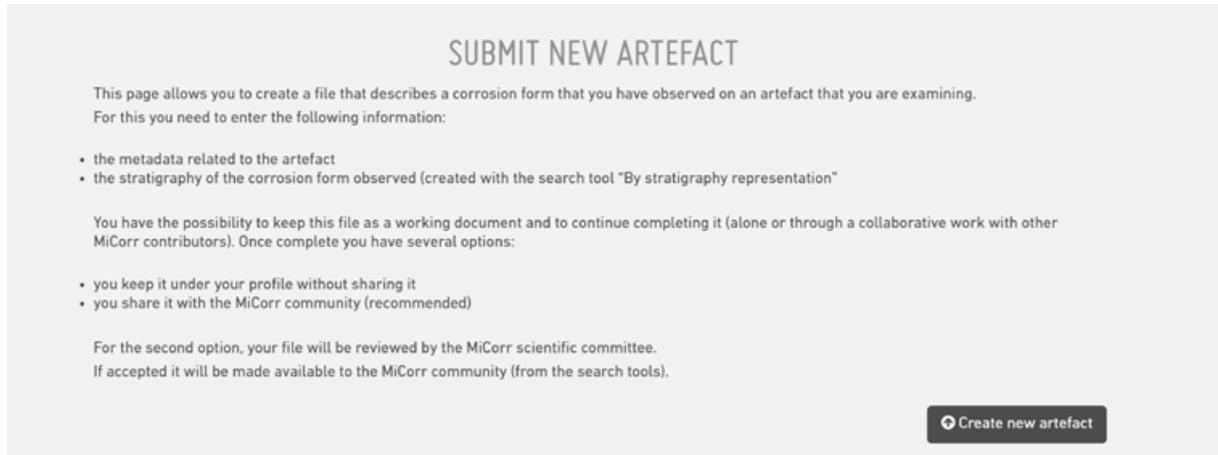
Cela ne signifie pas pour autant que le matériau étudié correspond exactement à celui de la base de données proposé par l'outil MiCorr. Un regard critique vis-à-vis des suggestions faites reste nécessaire.

Cette consultation est libre et n'engage nullement le conservateur-restaurateur, considéré ici comme un visiteur, à s'inscrire sur l'application MiCorr. S'il souhaite sauvegarder la stratigraphie construite, un lien lui sera envoyé lui permettant de réouvrir à tout moment sa stratigraphie sur l'application MiCorr.

### MiCorr : un outil participatif

Il y a de grandes chances que le conservateur-restaurateur ne trouve pas dans l'application MiCorr la forme de corrosion observée sur son objet en cours d'étude. En effet, la base de données actuelle reste incomplète. Aussi, il peut sauvegarder la stratigraphie construite sous son profil MiCorr, qu'il doit créer, et qui ne reste consultable que par lui-même. Le profil de chaque utilisateur / contributeur de MiCorr devient donc le réceptacle des stratigraphies reflétant l'ensemble de ses observations sur les objets étudiés.

Les administrateurs de l'application MiCorr ont souhaité que chaque utilisateur / contributeur puisse partager son savoir auprès du plus grand nombre. Les stratigraphies seules n'étant pas directement accessibles sur le site MiCorr, ce dernier doit constituer des fiches artefact les contenant. Les fiches sont accessibles depuis la page d'accueil du site MiCorr (fig. 1) à partir de l'onglet « *Submit new artefact* » ou du menu déroulant (fig. 4).



**Figure 4** Page « *Submit new artefact* » accessible directement à partir de la page d'accueil de MiCorr.  
© HE-Arc CR.

L'utilisateur / contributeur doit remplir les champs mentionnés par l'application. Un certain nombre d'informations sont obligatoires, comme le nom de l'objet étudié, sa provenance, sa datation, son lieu de conservation, etc. Un schéma descriptif et des clichés photographiques des strates observées peuvent également accompagner la stratigraphie déjà construite. Souvent l'utilisateur / contributeur, en l'occurrence un conservateur-restaurateur, n'ira pas plus loin dans la description de la nature du matériau résiduel et de ses couches de corrosion, faute de moyens d'analyse facilement disponibles.

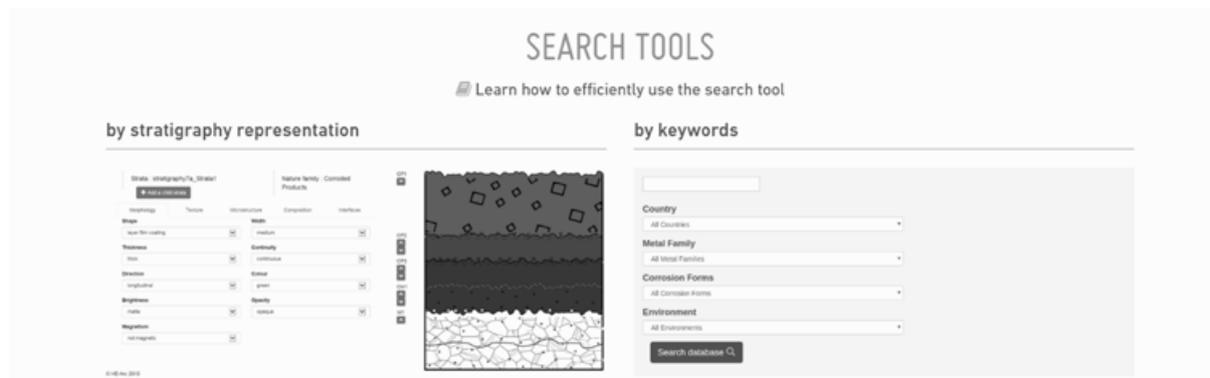
Ces informations sont toutefois essentielles aux autres professionnels et en particulier aux chercheurs en conservation-restauration, qui sont demandeurs d'observations faites par les conservateurs-restaurateurs sur les objets qu'ils examinent. Ces chercheurs travaillent sur diverses formes de corrosion (piqûres, corrosion intergranulaire, etc.) mais ils sont loin d'appréhender leur variété et leur complexité. Aussi, les observations faites par les conservateurs-restaurateurs, qui auscultent de près les métaux patrimoniaux, permettent de valider les connaissances actuelles sur les formes de corrosion et de les préciser selon le contexte de découverte/d'exposition des objets.

Les fiches artefact incomplètes (sans résultats analytiques) ou complètes (avec résultats analytiques et parfois l'examen d'un prélèvement étudié en coupe) doivent être validées par le comité scientifique de l'application MiCorr avant leur mise en ligne. Ce comité est constitué d'experts du domaine.

## MiCorr : un outil de partage entre plusieurs acteurs

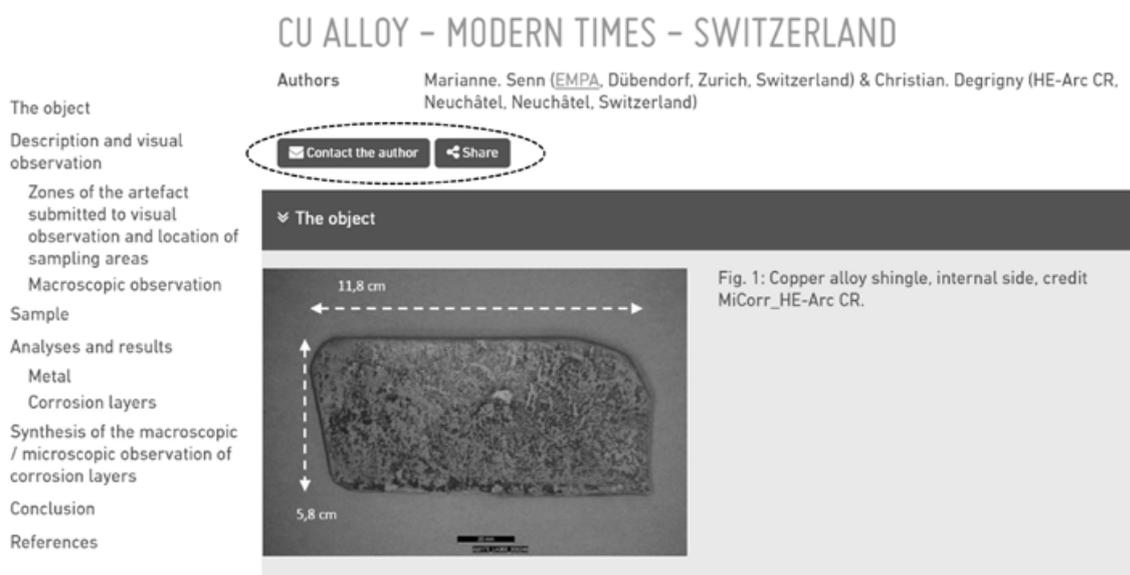
Les utilisateurs de MiCorr sont multiples. Un visiteur découvrant le site pour la première fois, suite à une navigation sur différents moteurs de recherche, peut consulter librement la base de données existante (fiches artefact) au travers du moteur de recherche par mots-clés (*by keywords*). L'autre voie de consultation se fait par le moteur de recherche, par construction

des représentations stratigraphiques (*by stratigraphy representation*) et l'interrogation de MiCorr afin de trouver des stratigraphies de formes de corrosion équivalentes ou proches de celles observées (fig. 5).



**Figure 5** Les moteurs de recherche de MiCorr accessibles à partir de la page accueil de MiCorr. À gauche, celui par représentation schématique des stratigraphies, et à droite, par mots-clés. © HE-Arc CR

Au-delà de la construction de stratigraphies reflétant les formes de corrosion observées et leur sauvegarde via un lien permettant leur consultation future, d'autres fonctions sont également accessibles. Ainsi, lors de la consultation des fiches artefact, le visiteur peut partager celles-ci avec des collègues, voire contacter l'auteur via une messagerie interne à MiCorr (fig. 6). S'il souhaite intervenir sur le contenu des fiches il devra, par contre, s'inscrire et devenir un utilisateur / contributeur.



**Figure 6** La première page d'une fiche artefact. Les fonctions permettant de partager la fiche et d'entrer en relation avec l'auteur sont signalées (cercle pointillé). © HE-Arc CR.

Tout comme un visiteur quelconque, l'utilisateur / contributeur peut partager avec d'autres des fiches artefact de son choix et interroger un auteur, dialoguer avec lui et même suggérer des modifications dans le contenu des fiches après que l'auteur lui ait donné la main. Il peut également conserver les stratigraphies et les fiches artefacts créées sous son profil et

décider à tout moment de soumettre ses fiches artefacts au comité scientifique afin qu'elles puissent être mises en ligne et donc partagées auprès de notre communauté professionnelle. L'application MiCorr devrait favoriser la contribution active des professionnels de la conservation, qu'ils soient conservateurs-restaurateurs, étudiants travaillant sur des phénomènes de corrosion des matériaux métalliques ou chercheurs. À terme, le meilleur partage des données entre les conservateurs-restaurateurs, qui ont mis à disposition sur MiCorr leurs observations, et les étudiants chercheurs et/ou les chercheurs confirmés devrait permettre d'initier des partenariats et éventuellement de compléter des fiches artefact incomplètes via des campagnes d'analyses.

## Quelles perspectives pour l'avenir ?

Les moteurs de recherche du site MiCorr sont continuellement perfectionnés. Au-delà de celui portant sur la construction schématique des stratigraphies des formes de corrosion, nous travaillons actuellement à l'optimisation de la recherche par mots-clés au travers de la mise en place d'ontologies autour de certains mots, permettant d'affiner encore la recherche actuelle.

Grâce au retour de quelques utilisateurs, l'application a bénéficié d'importantes améliorations dans les mois passés. Le site est utilisé régulièrement par les étudiants du master de la HE-Arc CR. De par son caractère didactique, MiCorr a sa place dans l'enseignement des étudiants en conservation-restauration spécialisés sur les métaux archéologiques et historiques. Nous espérons que, par l'implication des enseignants de ces écoles et la formation des étudiants à l'application MiCorr, la base de données s'enrichira et que petit à petit l'application deviendra de plus en plus performante.

## Conclusion

L'application MiCorr a été conçue pour aider les conservateurs-restaurateurs dans leur travail de diagnostic des métaux patrimoniaux. Toutefois, ses performances dépendront de l'implication des communautés concernées à s'engager, à contribuer et à échanger des informations sur les formes de corrosion observées sur les métaux patrimoniaux. Nos prochains efforts viseront donc à faire connaître MiCorr auprès du plus grand nombre.

## Remerciements

Les auteurs remercient la Haute École spécialisée de Suisse Occidentale (HES-SO) pour son soutien financier via les réseaux de compétence Design et Arts Visuels et RCSO ISnet ainsi que les fonds d'impulsion, sans lequel ce projet n'aurait pas pu être mené. Ils remercient également les assistants de recherche et les étudiants de la HE-Arc CR et de la HEG Arc qui ont participé à l'optimisation de l'application, sa validation et l'enrichissement de sa base de données.

## Références bibliographiques

**Bertholon R.** (2000), *La limite de la surface d'origine des objets métalliques archéologiques, caractérisation, localisation et approche des mécanismes de conservation*, thèse de doctorat, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, France.

**Degrigny C., Gaspoz C., Rosselet A., Boissonnas V., Jeanneret R., Bertholon R.** (2016), « The MIFAC-Metal online project : developing a decision support system for locally invasive diagnosis of heritage metals », dans Menon R., Chemello C. et Pandya A. (éds.), *METAL 2016, proceedings of the ICOM-CC Metal WG interim meeting*, New Dehli (India), ICOM-CC & IGNC, p. 220-227.

### Les auteurs

**Christian Degrigny\*** Prof. HES, Haute École Arc Conservation-restauration, Espace de l'Europe 11, 2000 Neuchâtel, Suisse, [christian.degrigny@he-arc.ch](mailto:christian.degrigny@he-arc.ch)

**Cédric Gaspoz** Prof. HES, Haute École de Gestion Arc, Espace de l'Europe 21, 2000 Neuchâtel, Suisse, [cedric.gaspoz@he-arc.ch](mailto:cedric.gaspoz@he-arc.ch)

\* Auteur auquel doit être adressée la correspondance.