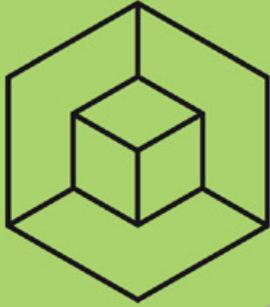


conservation-restauration des biens culturels



## Cahier technique N° 28

# XIV<sup>es</sup> Archéologues et conservateurs-restaurateurs, pour un tandem réussi

Actes des  
Journées de l'ANACT,  
en partenariat avec la FFCR,  
organisées par le Service archéologique  
de Bordeaux métropole

13 et 14 octobre 2022

Bordeaux  
2022



archéologie  
territoriale

avec la participation de  
l'Association nationale pour l'archéologie de collectivité territoriale  
et de la Fédération française des conservateurs-restaurateurs



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

ARAAFU

2023

**CT N° 28**

**RELECTURE ET CORRECTIONS**

Silvia Païn

*Avec la collaboration de*

Charlotte Hannotte

Émilie Heddebaux

Marjorie Maqueda

Clotilde Proust

Julie Touzeau

**COUVERTURE**

Silvia Païn

**MAQUETTE ET MISE EN PAGE**

Laurent Tournier

© ARAAFU, 2023

ISBN : 978-2-907465-28-7

## Avant-propos

### Archéologues et conservateurs-restaurateurs, pour un tandem réussi

*Actes des XIV<sup>es</sup> Journées de l'ANACT - en partenariat avec la FFCR*

*La première formation française en conservation-restauration est née au sein d'une université d'histoire de l'art et d'archéologie, signe que les liens entre les trois disciplines sont non seulement anciens mais organiques. Elles se retrouvent en effet autour de la question de la patrimonialisation, des apports scientifiques, mais aussi de la méthodologie appliquée à l'étude des objets. Qu'en est-il aujourd'hui de ces liens ?*

*Poursuivant une collaboration initiée depuis quelques années, l'Association nationale pour l'archéologie de collectivité territoriale (ANACT) s'est associée à la Fédération française des conservateurs-restaurateurs (FFCR) pour proposer des rencontres consacrées au tandem scientifique et patrimonial que constituent la conservation-restauration et l'archéologie. Elles ont eu lieu à Bordeaux les 13 et 14 octobre 2022, à l'invitation du service archéologique de Bordeaux Métropole, qui a mis en place récemment une de ces collaborations fructueuses autour du tombeau de Montaigne.*

*Les interventions de ces journées répondaient à un appel à communication insistant sur la question de la chaîne patrimoniale, depuis la mise au jour et tout au long du parcours des objets et vestiges archéologiques, jusqu'à la valorisation.*

*Ces rencontres professionnelles ont permis de mettre en place un espace d'échanges à partir de retours d'expérience qui abordaient l'ensemble des cas de figures, qu'il s'agisse de découvertes exceptionnelles ou de la gestion quotidienne, sur la fouille ou dans les centres de conservation et d'étude (CCE). Elles visaient à brosser un état des lieux objectif de la conservation-restauration en archéologie, tout au long d'une chaîne opératoire qui débute bien avant l'opération de terrain et qui s'achève bien au-delà de la remise du rapport d'opération. Elles interrogeaient, enfin, la place de la conservation préventive dans la chaîne opératoire et du rôle continu qu'y jouent les conservateurs-restaurateurs, en association avec les archéologues*

*C'est peu de dire à quel point ces sujets ont fait écho dans les deux communautés partenaires, tant dans la quantité de propositions que dans la qualité des présentations et des échanges. Ces journées témoignent de l'interconnexion des deux disciplines et de tous les apports respectifs qui s'opèrent lors des interventions de terrain, lors des études et pour la conservation : un travail de partenariat riche et foisonnant, au service de la connaissance scientifique et de la préservation du patrimoine.*

*Ces actes rendent compte de la richesse des communications et des échanges de ces deux journées.*

## Sommaire

Avant-propos

### 5 MICHEL PERNOT ET HÉLÈNE RÉVEILLAS

Étude technique du sarcophage en plomb issu du tombeau présumé de Michel de Montaigne (musée d'Aquitaine, Bordeaux)

### 20 EMMANUEL BOUILLY, MARJORIE MAQUEDA, SONIA PAPAÏAN

Les bois gorgés d'eau mis au jour sur le sanctuaire antique de Saint-Martin-au-Val (Chartres, 28) : l'évolution des moyens de conservation d'une découverte exceptionnelle

### 46 ÉMILIE FENCKE, ADELINÉ DUMONT

La selle médiévale de Senonches (Eure-et-Loir) : de la découverte à la reconstitution

### 73 MARIE-PIERRE ROTHÉ, MARION RAPILLIARD, AURÉLIE MARTIN

La maison de la Harpiste (Arles) : archéologues et restaurateurs au chevet de son décor

### 94 PATRICK DIGELMANN, ALIX EYMAR, KOSTANTINOS GKARAGIS, JEAN-LUC MARI, SÉBASTIEN MAVROMATIS, FRANÇOISE MIELCAREK

Analyse 3D d'un amas en alliage ferreux d'époque antique découvert dans le Var

### 105 MARINA BIRON, LAURENT VIDAL

Polyphonie corse pour archéologues et conservatrice-restauratrice à Aléria Lamaghjone (Haute-Corse)

### 118 MARILOU NORDEZ, STÉPHANE LEMOINE, JANE ECHINARD

Les dépôts de parures de l'âge du Bronze moyen de Prat (Côtes-d'Armor) : du terrain au laboratoire

### 129 EMILIE WINCKEL

La « mise en état d'étude » du mobilier archéologique : une notion et des acteurs à ré-explore

### 139 SILVIA PAÏN

Conservation-restauration en archéologie territoriale

### 154 RAPHAËLLE CHEVALLIER, JENNY KAURIN, STÉPHANE MARION, AVEC LA COLLABORATION D'HÉLÈNE HUYSEUNE

La nécropole gauloise de Bobigny « hôpital Avicenne » ; 20 ans de collaboration entre archéologues et conservateurs-restaurateurs

### 164 ELSA DESPLANQUES, MARINE CROUZET

La corrosion : une unité stratigraphique

### 188 MAGALI ASQUIER-DUPONT, FABIEN BLANC-GARIDEL

La conservation-restauration au sein du service d'Archéologie Nice Côte d'Azur (SANCA) : retours et perspectives croisées sur une expérience de deux années

### 198 LUCIE ALTENBURG

Formation des archéologues aux « premiers secours » des objets archéologiques

### 208 CHARLOTTE HANNOTTE, MARJORIE MAQUEDA, MATHIAS DUPUIS

Conserver les biens archéologiques mobiliers : un objectif à co-construire à chaque étape de la chaîne opératoire en archéologie

# ÉTUDE TECHNIQUE DU SARCOPHAGE EN PLOMB ISSU DU TOMBEAU PRÉSUMÉ DE MICHEL DE MONTAIGNE (MUSÉE D'AQUITAINE, BORDEAUX)

MICHEL PERNOT ET HÉLÈNE RÉVEILLAS

**Résumé** Une fouille programmée du tombeau présumé de Michel de Montaigne, localisé dans l'actuel musée d'Aquitaine à Bordeaux, s'est déroulée en 2019-2020; réalisée par une équipe pluridisciplinaire, sous la direction de l'une d'entre nous (H.R.), cette opération a conduit à la mise au jour d'un cercueil en bois renfermant un sarcophage en plomb.

Le choix du mode d'ouverture du contenant en plomb a fait l'objet d'une réflexion, aussi bien sur les outils à employer que sur la position de la découpe. Après ouverture, la fouille complète des vestiges contenus a été effectuée; les restes du sarcophage ont ensuite fait l'objet d'une étude du procédé de fabrication et des matériaux mis en œuvre.

Un constat d'état de la conservation de ce grand objet en plomb et alliages plomb-étain, en liaison avec l'histoire de son environnement, a été établi. Les problèmes posés pour sa conservation à long terme sont évoqués en relation avec la possibilité d'une exploitation muséographique.

Les résultats présentés lors du colloque ont été publiés récemment; nous renvoyons donc à l'article dont la référence est : Pernot, M., H. Réveillas (2022), « Étude technique du sarcophage en plomb issu du tombeau présumé de Michel de Montaigne (musée d'Aquitaine, Bordeaux) », dans Cocula, A.-M., Combet M. (éd.), *Mourir au château*, Bordeaux, Ausonius Éditions, (Scripta Mediaevalia, 46), p. 31-45. L'ARAAFU remercie chaleureusement les éditions Ausonius d'avoir autorisé la reproduction de ce texte dans le présent Cahier technique.

**Mots-clés** sarcophage, plomb, alliage plomb-étain, fabrication, époque moderne, Aquitaine.

Aujourd'hui *Musée d'Aquitaine*, le bâtiment situé au 20 cours Pasteur à Bordeaux (Gironde) abritait auparavant le Palais des Facultés, construit à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle à l'emplacement du couvent des Feuillants. Cet édifice religieux a été le lieu d'inhumation d'un certain nombre de membres de familles nobles de la région, dont Michel de Montaigne et son épouse. Lors de la destruction du couvent et sa chapelle pour laisser la place à l'université, les restes osseux des défunts ont été transportés au cimetière de la Chartreuse à Bordeaux, ceux de Montaigne ayant vocation à être ensuite réinstallés dans un tombeau construit spécialement dans le nouveau bâtiment à l'aplomb de son cénotaphe, placé dans le hall. Les plans connus du projet ne correspondent pas au résultat qui nous est parvenu, alimentant la suspicion quant à la réelle présence de restes humains à l'intérieur du tombeau et, le cas échéant, quant à leur appartenance. C'est pourquoi, en 2019, la fouille du caveau, constitué de deux niveaux et situé dans les sous-sols du musée, a été entreprise par une équipe pluridisciplinaire sous la direction de l'une d'entre nous (H. Réveillas). L'étage supérieur a livré un cercueil en bois

sur lequel était vissée une plaque métallique portant l'inscription "Michel de Montaigne". Bien conservé, ce contenant en bois était également recouvert d'inscriptions à la peinture rouge, réalisées sans grand soin, correspondant à "Michel de Montaigne" et "24 : 12 : 80", soit la date à laquelle l'église du couvent des Feuillants avait été vidée. Construit en chêne, ce cercueil trapézoïdal s'inscrit dans la variabilité des contenants de ce type pour la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Le couvercle, constitué de trois pans, deux sur les côtés et un plat sur le dessus, était dans l'ensemble vissé à la cuve (quelques pointes ont également été identifiées). Après la dépose de celui-ci, il est apparu que le cercueil renfermait un contenant, dont la morphologie générale est trapézoïdale, réalisé avec des feuilles très probablement en plomb (fig. 1). L'état de conservation de celui-ci est variable suivant les endroits; en effet, entre la moitié et le tiers de la longueur vers la petite base du trapèze, des pliures, des lacunes et une rupture complète sont observables. Un premier regard vers l'intérieur – rendu possible de par les manques – indique la présence de restes humains à l'état squelettique, avec cependant une logique anatomique au moins partiellement conservée.



**Figure 1** Vue générale du contenant en plomb avant ouverture (cl. Gauthier, L., Ville de Bordeaux).



**Figure 2** Découpe à la cisaille de la feuille de voûte (cl. Gauthier, L., Ville de Bordeaux).

## Étude du contenant métallique

### Ouverture

L'ouverture a été conduite par découpe manuelle à l'aide de cisailles, en longeant le bord de la feuille de voûte par l'intérieur. La présence de lacunes a permis de pouvoir débiter les découpes sans avoir recours à aucun perçage (fig. 2).

Le choix de cette stratégie génère plusieurs avantages. Par rapport à un sciage, avec une lame vibrante en translation ou un disque en rotation, le cisailage diminue grandement les risques sanitaires liés à la dispersion de particules de plomb ou de produits de corrosion. L'usage de cisailles, sur la partie haute du corps particulièrement, a permis d'éviter tout dommage aux restes humains contenus. Ce mode de découpe permet aussi la conservation des bourrelets formés lors de l'assemblage réalisé par brasage; ces zones épaisses forment ainsi un raidisseur qui conserve la rigidité de

l'ensemble et permet de le manipuler sans risque de déformations, voire d'envisager une exploitation muséographique. Pour éviter les problèmes liés à la toxicité du plomb, métallique ou présent dans des composés, ainsi que la contamination biologique des restes du défunt, les participantes et participants étaient totalement couverts par des vêtements adaptés; la durée totale de l'ouverture a été de l'ordre de trois heures.

La fouille de la sépulture a pu ensuite avoir lieu sans aucune perturbation due au contenant. Une fois terminée la collecte des vestiges contenus, les deux parties de la cuve métallique ont pu être sorties du cercueil en bois. L'intérieur et l'extérieur des parois latérales ont ainsi pu être examinés; ensuite, un retournement a permis d'observer l'extérieur de la face inférieure.

### Constat d'état

L'état de surface externe de la voûte et des quatre faces latérales est relativement homogène avec en général une couleur d'aspect gris et terne (**fig. 3**). Ce faciès indique que le contenant n'a certainement jamais été enfoui; il est plus probablement resté exposé à une atmosphère gazeuse. Durant les 140 dernières années il a été enfermé dans un cercueil en chêne<sup>1</sup> et donc soumis à l'action de vapeurs acides agressives (acides acétique et formique principalement<sup>2</sup>) émises par le bois. Cependant, l'aspect actuel de ces parties, bien que modérément corrodées, reflète une histoire bien plus longue puisque l'on peut supposer que ce contenant métallique a été réalisé il y a environ quatre siècles.



**Figure 3** Vue générale de la partie large après ouverture et une fois vidée. La surface latérale externe est simplement terne alors que la surface interne présente différents types d'aspects (cl. Gauthier, L., Ville de Bordeaux).

<sup>1</sup> Détermination de l'essence par C. Bélingard.

<sup>2</sup> Colson *et al.* 2001.

Les zones internes qui sont apparues après la fouille présentent plusieurs types d'aspect; certaines sont simplement ternes avec un état de surface peu différent de celui de l'extérieur, d'autres sont couvertes de petites protubérances blanches (**fig. 4**).



**Figure 4** Vue de l'intérieur de la partie large (cl. Gauthier, L., Ville de Bordeaux).

Les zones ternes, telles celles visibles à l'extérieur (**fig. 2** et **fig. 3**), correspondent à une corrosion assez uniforme due à l'atmosphère qui a environné le métal pendant la longue durée. Cet état est compatible avec une exposition à l'agressivité des substances émises par du bois, pendant environ un siècle et demi, à la suite d'une exposition de trois siècles à l'air ambiant. Principalement situées à l'intérieur, des zones couvertes de protubérances – sorte de petites pustules – de produits de corrosion de couleur blanche (**fig. 3** et **4**), indiquent un environnement agressif différent de celui évoqué précédemment. Il est ici possible de mettre en cause les gaz produits par la décomposition du corps (acides organiques, sulfure d'hydrogène, ammoniac...); il s'agit certainement d'une corrosion en phase gazeuse par un mélange complexe de nombreux composés.

En dessous de lignes sinueuses de couleur marron, la corrosion apparaît plus homogène; ce qui pourrait correspondre à des zones en contact avec le contenu. Il peut s'agir du défunt, dont le corps était certainement vêtu, par exemple au contact de son épaule gauche; ce faciès peut aussi correspondre à la limite d'un coussin placé sous sa tête, qui aurait été creux sous le poids de celle-ci et plus haut de chaque côté (**fig. 4**). Il s'agirait alors d'une corrosion sèche dans un contact entre le métal et des textiles longtemps restés, à ce niveau, quasiment secs. Deux bandes, l'une verticale et l'autre horizontale, visibles dans l'angle qui est à droite dans la figure 4, correspondent à des zones de brasure d'allures différentes que nous expliquerons lors de l'étude de la fabrication. Un autre type d'état de surface, d'aspect très homogène, est celui présenté par la face interne du fond du contenant dans la zone large (**fig. 4**).

Une fois le contenant complètement vidé et retourné, la feuille du fond est apparue à l'extérieur comme très dégradée dans certaines zones (**fig. 5**). Le matériau – le plomb – étant toujours sensiblement le même, c'est là encore l'environnement corrosif qui en est la cause. Les jus de décomposition, regroupés au fond par gravité, ont formé un environnement liquide. Il s'agit certainement d'une solution aqueuse contenant de nombreuses substances, dont certaines sont agressives. De plus, une composante de corrosion bactérienne est fort probable. Ces mécanismes de corrosion localisée, avec des piqûres perforantes, ont conduit à la formation de nombreuses lacunes. L'état de surface de l'extérieur du fond, ainsi que sa géométrie bosselée, invitent à penser que durant une longue période le contenant a reposé sur une surface humide et inégale, telle une terre parsemée de galets. Le métal du fond a été attaqué sur les deux faces par deux milieux humides fort différents.



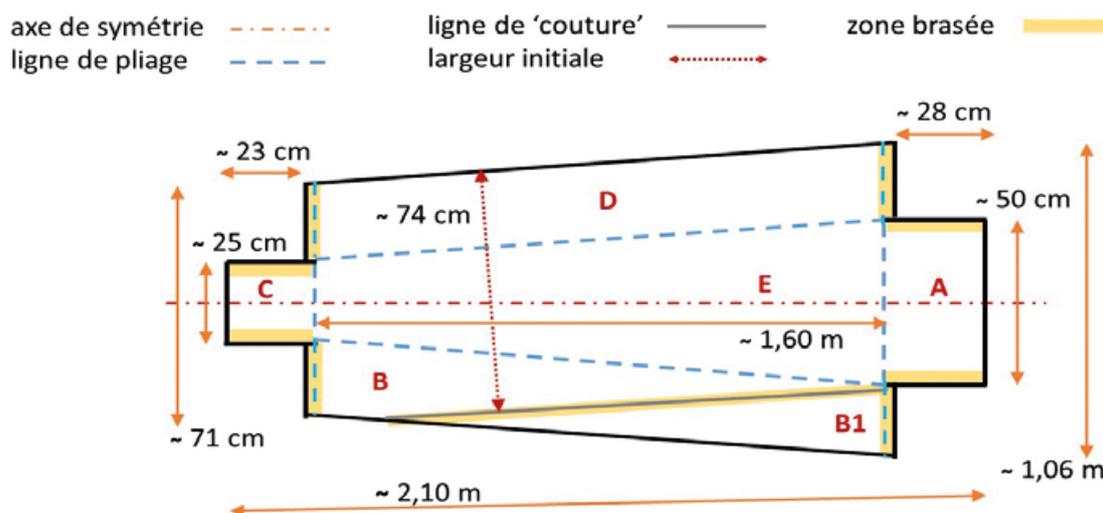
**Figure 5** Vue de l'extérieur du fond ; les nombreuses perforations soulignent le très mauvais état de conservation (cl. Gauthier, L., Ville de Bordeaux).

Un point reste cependant incertain. Le fond du contenant apparaît comme étant percé d'un trou grossièrement circulaire d'environ 4 cm de diamètre (au milieu et vers le haut de la figure 5) qui semble intentionnel par l'aspect abrupt de sa limite. De même diamètre, et au même niveau, un autre trou, semi-circulaire et placé à la pliure située à gauche de la figure 5,

pourrait également être intentionnel. Ces deux trous, qui semblent avoir été percés lors de la fabrication, sont situés au même niveau du corps, soit dans la partie basse du dos. Ils auraient servi de soupape empêchant une surpression dans le contenant; ils auraient également permis un écoulement lent des jus de décomposition, puisqu'ils étaient incomplètement obturés par les textiles sous la pression du corps. Ils seraient en contradiction avec une volonté d'herméticité du contenant. Cependant, nous ignorons les intentionnalités précises qui ont présidé aux choix des conditions d'inhumation, d'autant plus que le corps déposé dans la cuve – certainement réputée impérissable – a très probablement été embaumé.

### Restitution du schéma de fabrication

L'association des observations faites à l'intérieur et à l'extérieur permet de proposer une restitution des étapes de la fabrication du contenant. Il est clair qu'il a été réalisé à partir de deux pièces; il peut donc être qualifié de sarcophage. En premier lieu, un patron de la pièce qui forme le fond et les quatre faces latérales a été choisi (fig. 6). La seconde pièce constitue la voûte; son tracé correspond sensiblement à celui de la partie E de la pièce principale.



**Figure 6** Patron de la pièce qui a servi à former le fond et les quatre faces latérales (dessin Pernot, M.).

Il est à remarquer que la pièce principale comporte une “couture”. En effet, un assemblage par brasage<sup>3</sup> solidarise deux tôles, placées bord à bord, selon une ligne droite sensiblement parallèle aux grands côtés de la partie D (fig. 7). Il est donc évident que l'artisan (ou son équipe) n'a pas pu se procurer une tôle suffisamment large pour réaliser cette pièce; une largeur d'un peu plus de 1 m aurait été nécessaire, mais disposant d'une tôle de 74 cm de large, il a dû faire un premier assemblage avant le tracé complet. Vient alors la découpe selon le patron. Celle-ci a pu être réalisée à l'aide de cisailles (proches de celles que nous avons utilisées), ou plus probablement à l'aide d'un burin et d'un marteau sur une surface rigide, telle une planche de bois.

<sup>3</sup> Le brasage est une technique d'assemblage de pièces métalliques; la brasure, alliage métallique dont le point de fusion est nettement inférieur à celui des pièces à joindre, portée à la fusion s'étale entre les pièces et les solidarise après refroidissement.



**Figure 7** Vue latérale de l'extérieur du contenant retourné. La couture est visible, ainsi que (  gauche) l'assemblage avec un pli (cl. Gauthier, L., Ville de Bordeaux).

Les bords situ es vers la tête des parties D et B1 ont été repli es à angle droit pour former une sorte de cornière, de 1,5 cm environ, qui sera placée à l'intérieur de la partie A; vers les pieds, il en est de même relativement à la partie C. Ces premiers pliages ont, bien sûr, été prévus dans le trac e du patron. Ensuite, les quatre parties latérales ont été redressées par pliage de la tôle. Toutes ces opérations de pliage ont certainement été réalisées à l'aide d'outils en bois; un maillet et/ou une batte ont dû être employ es pour plier la tôle par des coups port es à l'extérieur, directement sur le métal ou indirectement à l'aide de pièces de bois; pendant cette étape, un mandrin a été maintenu stable, dans l'intérieur de la pliure.

Les quatre arêtes verticales sont ensuite brasées à l'intérieur; les traces de cette opération apparaissent comme des bandes verticales situées dans les quatre angles du contenant.

La dernière phase est celle du brasage de la voûte après que le corps du défunt ait été plac e dans le sarcophage. Deux types de témoins de ce travail sont bien visibles. D'une part, les traces laissées par un fer à souder sur les bords de la surface supérieure (**fig. 8**), et d'autre part, sous la forme de coulures – sorte de “larmes” solidifiées – de l'alliage d'apport (**fig. 9**).

Deux informations peuvent être tirées de ces observations.

Le brasage de la voûte du sarcophage a été r ealis e –  videmment par l'extérieur –   l'aide d'un fer à souder<sup>4</sup> comportant une panne allongée. Le travail a consisté à placer la partie active de l'outil – préalablement chauffée – par touches successives parallèles non perpendiculaires au bord, mais formant un faible angle (**fig. 8**), afin de porter à la fusion le m ateriau de brasure plac e entre le haut des parois et la pièce de voûte. En effet, il est vraisemblable qu'un ruban de brasure a été plac e sur le haut des parois avant la mise en place de la voûte; ce ruban port e à la fusion assure, après refroidissement, la jonction des pièces.

La fluidité du m ateriau de brasure – dans l'état liquide avant refroidissement pour former des coulures – indique clairement qu'il s'agit d'un alliage dont le point de fusion est nettement plus bas que celui du plomb non alli e; comme cela sera v erifi e par des analyses, un alliage plomb-étain a été employ e<sup>5</sup>. Il est notable que les traces externes du brasage de la voûte sont

<sup>4</sup> Bien qu'il s'agisse plutôt d'un brasage, il est d'usage de parler d'un “fer à souder” pour l'outil employ e. Cet outil présente la morphologie d'une petite hachette, dont la partie active est mousse et non tranchante, montée sur un manche métallique pourvu d'une poignée en bois. La pièce massive est chauffée dans des braises pour apporter l'énergie thermique qui porte la brasure à la fusion; cette pièce peut être en fer mais aussi en cuivre!

<sup>5</sup> La température de fusion du plomb est de 327  C, celle de l'étain de 232  C; le mélange des deux métaux permet, suivant les proportions, de faire varier le domaine de solidification de l'alliage ainsi pr epar e et de l'abaisser jusqu'à 183  C lorsque deux parts d'étain sont alliées à une part de plomb.



**Figure 8** Vue externe du bord de la voûte proche de l'angle B/C ; les traces allongées, parallèles entre elles, sont des stigmates du brasage à l'aide d'un fer à souder. (cl. Gauthier, L., Ville de Bordeaux).



**Figure 9** Vue interne de la partie A où des coulures de l'alliage de brasure se sont solidifiées pendant le brasage de la voûte. (cl. Gauthier, L., Ville de Bordeaux).

fort semblables à celles observ es à l'intérieur pour la couture et différentes de celles des angles; ces derniers ayant été brasés par l'intérieur, une fois la cuve form e, il est envisageable que le même outil a été utilisé, mais dans une position différente.

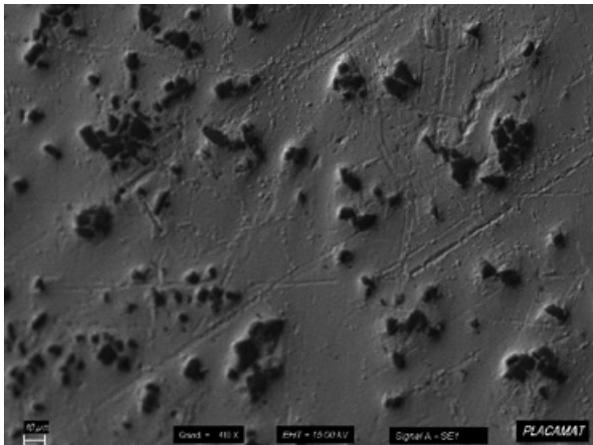
De cette lecture technique, il ressort que le sarcophage examiné – sur lequel aucune inscription n'a été trouvé – est d'une qualité de fabrication moyenne; cela n'empêche nullement l'efficacité du dispositif en particulier pour des déplacements.

### Matériaux constitutifs

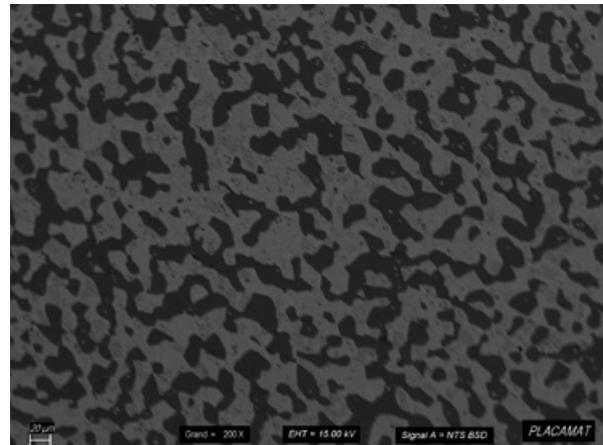
Quatre prélèvements ont été effectués à l'aide d'une scie à métaux manuelle ou d'une cisaille; une coupe métallographique a été pr par e à partir de chacun, selon le protocole habituel : enrobage dans une résine polymérisant à froid, suivi de passes de polissage avec des abrasifs de granulométrie de plus en plus fine. Des examens et des analyses ont permis de caractériser les matériaux des feuilles et des brasures qui les solidarisent<sup>6</sup>.

Les feuilles analys es (B1 et D) sont constitu es de plomb non allié. Une dispersion de grains, contenant quasiment exclusivement l'élément silicium est observable (**fig. 10**); il s'agit assurément de grains de sable.

Les résultats des analyses effectu es sur trois différentes plages de brasures sont en très bon accord et indiquent que l'alliage employé comporte de l'étain et du plomb à parts sensiblement égales. Les observations microstructurales sont en parfaite cohérence. Le matériau appar it biphasé, avec des proportions surfaciques des deux phases sensiblement égales (**fig. 11**); un tel alliage est liquide au-dessus de 215  C.



**Figure 10** Image en microscopie électronique à balayage de la section polie du prélèvement de la tôle D. Avec une dispersion homogène, des grains de silice apparaissent en noir dans le plomb métallique (cl. Placamat).



**Figure 11** Image en microscopie électronique à balayage de la section polie de la brasure de l'assemblage B1/voûte. La microstructure de l'alliage étain-plomb comporte, à parts sensiblement égales, une phase (sombre) presque exclusivement compos e d'étain et une phase (claire) très riche en plomb (cl. Placamat).

<sup>6</sup> Les coupes, examens et analyses ont été réalisés dans le cadre de la plateforme Placamat (CNRS – Université de Bordeaux). Les examens ont été conduits à l'aide d'un MEB (*Microscope électronique à Balayage*) et les analyses élémentaires effectu es avec un dispositif EDXS (*Energy Dispersive X-ray Spectrometry*) associé.

## Procédés de mise en forme et quantités mises en œuvre

La présence de grains de silice, d'une taille de l'ordre de 10  $\mu\text{m}$ , peut être reliée aux conditions de fabrication des feuilles de plomb. La première étape de la fabrication a très certainement été la coulée d'une plaque par une technique de "fonte au sable", en moule non cuit et ouvert<sup>7</sup>; des grains de sable ont alors été entraînés par le flux du métal liquide et sont restés piégés lors du refroidissement.

L'épaisseur précise des tôles est difficilement accessible, en particulier à cause des produits de corrosion existant sur les surfaces, mais aussi des surépaisseurs des zones brasées. Des mesures approximatives au pied à coulisse indiquent une grande hétérogénéité; l'épaisseur varie entre environ 3 et 6 mm. En particulier, la découpe de la partie large de la voûte présente une épaisseur nettement plus grande vers la tête que vers la zone ventrale. La plaque coulée au départ a pu être plus épaisse (peut-être plus de 8 mm?) et avoir été amincie par déformation plastique<sup>8</sup>. Ainsi, deux causes peuvent être à l'origine des variations d'épaisseur : soit la "table" de coulée n'était pas horizontale, soit un travail irrégulier de reprise par martelage a suivi la coulée; bien sûr, les deux possibilités peuvent se cumuler. La technique de déformation la plus probable est un travail de martelage. Un amincissement par laminage n'est pas invraisemblable à la fin du xvi<sup>e</sup> siècle<sup>9</sup>, mais il en aurait résulté une épaisseur plus régulière. Il n'est pas possible de préciser davantage la chaîne opératoire de fabrication.

La surface du patron est d'environ 1,8 m<sup>2</sup>; il faut ajouter 0,8 m<sup>2</sup> pour la voûte; le total de la surface de tôle employée est de l'ordre de 2,6 m<sup>2</sup>. Si l'on considère une épaisseur de 4 mm, le volume de plomb est d'un peu plus de 10 litres; avec une masse volumique de 11,3 kg/litre, la masse totale de plomb se situe donc au-delà de 120 kg.

La longueur totale de la brasure est d'environ 6,4 m. Si l'on suppose qu'un ruban de 2 cm de large sur 1 mm d'épaisseur a été employé, le volume correspondant est de 0,13 litre; si l'on admet pour l'alliage une masse volumique de 9 kg/litre, la masse est alors de 1,2 kg.

## Quelques éléments de comparaison

### Métaux et alliages

Pour ce qui est des matériaux, la présence de tels grains de sable a déjà été observée dans les quelques feuilles de plomb étudiées précédemment par métallographie. Une grande similitude est notable entre ce qui est observé ici et ce qui l'a été pour une sépulture, mise au jour à Tonnerre (Yonne), comportant un emboîtement de deux sarcophages en plomb, l'un de l'Époque moderne et l'autre probablement du xix<sup>e</sup> siècle<sup>10</sup>. Dans le métal de feuilles antiques, provenant de Pompéi ou d'Herculanum, des grains de sable sont également piégés, mais dans une moindre proportion<sup>11</sup>. Ces observations ponctuelles ne permettent actuellement aucune généralisation.

<sup>7</sup> Cochet 2000, 140-142 ; Pernot 2011, 110-116.

<sup>8</sup> Dans le cas du plomb, il n'est pas nécessaire d'effectuer des recuits ; en effet – de par sa basse température de fusion – ce métal récupère sa capacité de déformation spontanément à température ambiante pendant le travail de déformation.

<sup>9</sup> Welter 2017, 261.

<sup>10</sup> Maurel *et al.* 2011, fig. 12.

<sup>11</sup> Monteix *et al.* 2008, fig. 8.

Les conséquences de la présence de ces inclusions “dures” de grains de silice sur les propriétés mécaniques du matériel ne doivent pas être uniquement négatives. L’allongement à rupture, en d’autres termes le domaine de déformabilité plastique, est certainement diminué tout en restant très grand; en revanche, le niveau de la contrainte d’écoulement doit augmenter. Ce durcissement, de même que les autres modifications des propriétés mécaniques, n’ont, à notre connaissance, jamais été mesurés.

Le matériel plomb est depuis l’Antiquité très largement employé sous la forme de feuilles de quelques millimètres d’épaisseur, principalement pour réaliser des récipients (des vases divers, des chauffe-eau, etc.) et des tuyaux, pour le doublage de coques de navires, et pour bien d’autres usages. Au Moyen âge, l’emploi pour les vitraux de profil s de plomb se développe; mais, en plus des objets classiquement liés à l’écoulement ou au stockage de l’eau, l’usage de feuilles pour réaliser la couverture, de bâtiments religieux principalement, est courant. Il s’agit de surfaces qui peuvent atteindre l’ordre de grandeur de l’hectare. Des documents du XII  siècle<sup>12</sup> indiquent un don à l’abbaye d’Amesbury (Wiltshire), fait vers 1180-1185, de plus de 200 tonnes de plomb, et que l’abbaye de Waltham (Essex), en plus de canalisations en usage d’une masse totale de 40 tonnes, possède un stock d’environ 2 000 tonnes. Viollet-le-Duc, écrivant sur la couverture de la cathédrale de Chartres<sup>13</sup> (qu’il date, à tort semble-t-il, du XIII  siècle<sup>14</sup>), relate qu’elle aurait été r alis e avec des feuilles quasiment standardis es d’un module de 2,5 m × 60 cm × 4 mm. Toutes ces donn es sont cohérentes : pour couvrir le demi-hectare de cette toiture, cette épaisseur correspond à 20 m<sup>3</sup>, soit 226 tonnes. Il est aussi à remarquer que la largeur de ces feuilles est proche de celle de la partie principale – 74 cm – de la pièce formant la cuve du sarcophage ici étudié; un module voisin, en usage dans le Périgord du XVI  siècle, pourrait alors expliquer la nécessité d’avoir été contraint de faire une couture. En effet, il est très probable que le plombier, en charge de la fabrication du sarcophage, s’est fourni en feuilles de plomb sur le marché qui – nécessairement – devait proposer une offre de ce type. Il est par ailleurs évident qu’un sarcophage mobilisant une quantité de l’ordre de 120 kg de plomb ne représente qu’une infime partie de la masse de plomb en circulation à l’époque. De même que dans l’Antiquité, le plomb, dont la production est li e à celle de l’argent via les minerais argentifères, est certainement, au Moyen âge et encore à l’époque moderne, le métal le plus produit en terme de masse. C’est avec la révolution industrielle que le plomb perd la première place au profit du fer.

Pour les autres exemples qui ont été étudiés, le matériel de brasure est également un alliage de plomb et d’étain, mais avec des proportions différentes. Pour les cas antiques<sup>15</sup> et pour les sarcophages de Tonnerre<sup>16</sup>, les alliages employés sont plus riches en étain avec une teneur situ e le plus souvent vers 70-80 %. Au I r siècle, Pline évoque deux types d’alliage<sup>17</sup>, l’un avec une part d’étain pour deux de plomb – dit *tertiarium*, et l’autre avec une part d’étain pour une de plomb – dit *argentarium*<sup>18</sup>. Là encore, la cohérence entre la réalité mesur e par les analyses et les sources écrites montre bien la constance des savoirs des hommes de métiers. Sur le plan technique, le point de fusion des alliages se situe vers 250 C (1Sn-2Pb),

<sup>12</sup> Madeline 2009.

<sup>13</sup> Viollet-le-Duc 1864, 212.

<sup>14</sup> Daussy 2014, où l’on peut lire p. 359 : “Elles (les feuilles de plomb) sont l’unique témoin d’une mise en œuvre qui, bien que plus tardive qu’on ne le pensait, est sans doute représentative d’un savoir-faire ancestral”.

<sup>15</sup> Monteix *et al.* 2008, fig. 12.

<sup>16</sup> Maurel *et al.* 2011, 494.

<sup>17</sup> *Nat.*, 34.160.

<sup>18</sup> Voir Pernot 2011, 102 n. 4.

215 °C (1Sn-1Pb) et 190 °C (2Sn-1Pb); ainsi, le choix peut, parmi d'autres considérations, conduire à rendre le travail un peu plus aisé. Pour ce qui est du coût, si l'on considère que l'étain vaut 10 fois plus que le plomb, l'alliage 2Sn-1Pb vaut alors 30 % de plus que l'alliage 1Sn-1Pb; mais, la quantité d'alliage de brasure (1,2 kg) étant très inférieure à celle du plomb des feuilles (120 kg), la répercussion sur le coût total, inférieure à 2 %, peut être considérée comme négligeable. Cette gamme d'alliages était certainement clairement distinguée par les professionnels de celle des étains peu alliés (moins de 15 % au total de divers éléments d'alliage), désignés par les termes *peutre*, ou *peautre* (*pewter* en langue anglaise)<sup>19</sup>, qui sont employés pour réaliser par fonderie la vaisselle dite d'étain depuis l'Antiquité. Ce sont très probablement des alliages de cette catégorie qui ont été utilisés pour réaliser des enseignes médiévales de pèlerins ou profanes<sup>20</sup>.

Le champ des investigations reste donc largement ouvert en vue de déterminer les types d'alliages utilisés, à l'Époque moderne particulièrement, et leurs désignations dans les sources écrites. En effet, la circulation sur le marché de ces matériaux métalliques peut avoir été sous la forme de lingots – dont la géométrie a toujours une valeur sémiotique – mais aussi de plaques, de feuilles, de rubans, de barres ou encore de fils. Il est vraisemblable que, dans certains cas au moins, les signifiants soient différents non seulement en fonction du métal (plomb et étain non alliés), de la catégorie d'alliage plomb-étain, mais aussi de la morphologie du demi-produit.

### Cercueils, sarcophages et cardiotaphes

En usage en Europe occidentale depuis l'Antiquité romaine à l'époque de l'Empire, des cercueils en plomb ont, de toujours, été mis au jour sur le territoire français, de manière fortuite, par des actes de pillage ou lors de fouilles archéologiques. La facilité de recyclage du matériau, de par sa basse température de fusion, est telle qu'il est réalisable avec du matériel proche de celui de la cuisine. Cela implique que nombre de ces objets ont disparu, en particulier durant la période révolutionnaire pour produire des balles de fusils. Pour les objets de l'Époque moderne, issus de fouilles et publiés, jusqu'à une époque très récente, de même que les matériaux, les caractéristiques techniques de ces contenants n'ont généralement pas été étudiées. Ce n'est que depuis guère plus d'une décennie que le nombre et la forme des pièces constitutives sont décrits; en plus du cas de Tonnerre déjà évoqué<sup>21</sup>, des découvertes, datées entre le XIV<sup>e</sup> et le XVIII<sup>e</sup> siècle, publiées récemment peuvent être citées à titre de comparaisons pertinentes<sup>22</sup>. À l'exception du sarcophage objet de cette étude, les autres cuves que nous évoquons ont été obtenues par un assemblage de deux à quatre pièces (tracées de manières très diverses), voire plus; il s'agit donc de cercueils. Trois grandes catégories morphologiques sont observables.

Pour la première, la forme générale est un prisme droit à base trapèze allongé, comme pour le sarcophage du musée d'Aquitaine; c'est également le cas des sépultures de Tonnerre<sup>23</sup> et à Rennes de celle attribuée à Louise de Quengo<sup>24</sup>. La seconde forme rencontrée est

<sup>19</sup> Thomas. 2009, vol. 2, 559.

<sup>20</sup> Voir par exemple Bruna 1997.

<sup>21</sup> Maurel *et al.* 2011.

<sup>22</sup> Colleter *et al.* dir. 2021.

<sup>23</sup> Maurel *et al.* 2011.

<sup>24</sup> Colleter *et al.*, dir. 2021.

approximativement anthropomorphe avec une logette céphalique; elle est présente à Flers pour deux sépultures (4018 et 4019)<sup>25</sup> et à Rennes pour trois sépultures (1004, 1008, 1013)<sup>26</sup>. Les deux types de morphologies sont ferm es par un toit plat.

Pour la troisième catégorie, représentée par un seul exemplaire à Rennes (sépulture 1001)<sup>27</sup>, la cuve est parall elepipedique, faite de planches de bois recouvertes de feuilles de plomb, et le toit est en b at iere.

Les découvertes à venir permettront probablement de poursuivre la construction de cette toute première ébauche de typologie. Il faut remarquer que les inscriptions identifiant la défunte ou le défunt sont rares; ainsi, la datation de chaque sépulture est le plus souvent incertaine.

Dans le cadre de la pratique des triples funérailles, en association avec ces contenants abritant le corps du défunt, se rencontrent dans plusieurs cas des cardiotaphes (boîtes en forme de c oeur contenant l'organe préalablement extrait du corps), inscrits ou non, r ealis es également en feuilles de plomb<sup>28</sup>; le troisième élément qui contient ce qui est d esign e par "les entrailles" est peu  voqu e dans les sources écrites et très rarement connu sous la forme matérielle<sup>29</sup>. Le cardiotaphe d epos e sur un cercueil n'est, le plus souvent, pas celui du défunt qui s'y trouve<sup>30</sup>; en effet, l'un des intérêts de cette division des restes humains en trois parts est de les déposer à plusieurs endroits, marquant ainsi plusieurs lieux significatifs (lieux de naissance, d'activité, de décès...) ou bien des attaches familiales (sépulture du conjoint, par exemple). La pratique de l'enfermement d'éléments biologiques dans des contenants en plomb (en principe étanches?) n'est pas exclusive mais, au contraire, très certainement associée à divers traitements d'embaumement, qui sont encore insuffisamment  tudi es.

## Conclusion

Le plomb, peu valoris e et même m epri e – le métal vil –, doit désormais être regard e avec plus d'attention; sa contribution à l'économie des soci etes est importante de par les quantités produites; sa valeur symbolique est certainement à réexaminer. En effet, si l'or accompagne les Puissants de leur vivant, c'est le plomb qui, dans les cultures du bas Moyen âge au XIX<sup>e</sup> siècle, les accompagne triplement – corps, c oeur, entrailles – dans la mort.

<sup>25</sup> Dupont *et al.* 2021, 278.

<sup>26</sup> Colleter *et al.* 2021, 173-174.

<sup>27</sup> Colleter *et al.* 2021, 173.

<sup>28</sup> Voir par exemple : Devriendt *et al.* 2012 ; Colleter *et al.* 2021.

<sup>29</sup> Le cas du Maréchal de Saxe, au XVIII<sup>e</sup> siècle, pour lequel les trois contenants sont présents dans l' glise protestante Saint-Thomas de Strasbourg, peut être cit e (Beyer,  d. 1978). Nous remercions Myriam Gilet de nous l'avoir indiqu e ; voir sa contribution dans ce volume.

<sup>30</sup> C'est le cas de la sépulture attribuée à Louise de Quengo par le fait que le cardiotaphe inscrit contenant le c oeur de son mari a été d epos e sur le cercueil non identifi e (Colleter *et al.*, dir. 2021).

## Bibliographie

- Beyer V.** (1978) : “La triple sépulture de Maurice de Saxe à Saint-Thomas de Strasbourg”, *Archives de l’Art français*, 25, 181-190.
- Bruna D.** (1997) : “Les récentes acquisitions d’enseignes de pèlerinage et d’enseignes profanes au Musée national du Moyen Âge”, in : *Bulletin de la Société Nationale des Antiquaires de France*, 1995, 349-360.
- Cochet A.** (2000) : *Le plomb en Gaule romaine. Techniques de fabrication et produits*, monographies instrumentum 13, Montagnac.
- Colleter R., Pichot D. et Crubezy E.**, dir. (2021) : *Louise de Quengo. Une bretonne du XVII<sup>e</sup> siècle. Archéologie, Anthropologie, Histoire*, coll. Art et société, Rennes.
- Colleter R., Labeaune-Jean F. et Jean S.** (2021) : “Protocole d’ouverture et étude technique des cercueils et cardiotaphes en plomb du couvent des Jacobins”, in : Colleter et al., dir. 2021, 167-184.
- Colson I., Degrigny C. et Dubus M.** (2001) : “Les chartes scellées par des bulles de plomb et leur conservation aux Archives nationales”, *Gazette des archives*, 192, 221-238.
- Daussy S. D.** (2014) : “De l’apport du *Dictionnaire raisonné* de Viollet-le-Duc à la connaissance de l’ancienne couverture en plomb”, in : Timbert, dir. 2014, 335-359.
- Devriendt W., Venet S., Defgnée A., Garnier N., Gillet B., Hänni C. et Rossetti L.** (2012) : “Découverte d’un cœur-reliquaire à Douai (ancienne église Saint-Jacques, Place Carnot) : approche pluridisciplinaire de l’embaumement à l’Époque Moderne”, *Archéologie Médiévale*, 42, 23-42.
- Dupont H., Lefebvre R., Chapelain de Seréville-Niel C., Bougault D., Bazin G., Broine É., Corbineau R., Ruas M.-P., Garnier N., Huchet J.-B., Dufour B., Deguilloux M.-F. et Médard F.** (2021) : “Funérailles de la noblesse normande au début du XVIII<sup>e</sup> siècle. Préparation des corps, embaumement et inhumation en cercueils en plomb à Flers (Orne), église paroissiale Saint-Germain”, in : Colleter et al., dir. 2021, 271-286.
- Guzzo P. G. et Guidobaldi M. P.**, éd. (2008) : *Nuove ricerche archeologiche nell’area vesuviana (scavi 2003-2006), Atti del convegno internazionale, Roma 1-3 febbraio 2007, Studi della Soprintendenza Archeologica di Pompei* 25, Rome.
- Madeline F.** (2009), “Le don de plomb dans le patronage monastique d’Henri II Plantagenêt : usages et conditions de la production du plomb dans la seconde moitié du XII<sup>e</sup> siècle”, *Archéologie médiévale*, 39, 31-51.
- Maurel C., Garcin V., Duday H., Kielb M. et Pernot M.** (2011) : “Étude d’un des sarcophages en plomb d’Époque moderne de l’hôtel-dieu de Tonnerre (Yonne)”, *Revue archéologique de l’Est*, 60, 487-510.
- Monteix N., Pernot M. et Coutelas A.** (2008) : “La metallurgia del piombo fra archeometria ed approcci classici”, in : Guzzo & Guidobaldi, éd. 2008, 439-447.
- Monteix N. et Tran N.**, dir. (2011) : *Les savoirs professionnels des gens de métier – Études sur le monde du travail dans les sociétés urbaines de l’empire romain*, Collection du Centre Jean Bérard, 37 – Archéologie de l’artisanat antique 5.
- Pernot M.** (2011) : “Quels métiers les arts des plombiers, bronziers et orfèvres impliquent-ils?”, in : Monteix & Tran, dir. 2011, 101-118.
- Pernot M.**, dir. (2017) : *Quatre mille ans d’histoire du cuivre, fragments d’une suite de rebonds*, Bordeaux.
- Thomas N.** (2009) : *Les ateliers urbains de travail du cuivre et de ses alliages au bas Moyen Âge : archéologie et histoire d’un site parisien du XVI<sup>e</sup> siècle dans la Villeneuve du Temple (1325-1350)*, Thèse de l’Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 4 vol.

**Timber A.**, dir. (2014) : *Construire et restaurer la cath  drale de Chartres, XI<sup>e</sup>-XXI<sup>e</sup> si  cle*, Villeneuve d'Ascq.

**Viollet-le-Duc E.** (1864) : *Dictionnaire raisonn   d'architecture fran  aise du XI<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> si  cle*, t. 7, Paris.

**Welter J.-M.** (2017) : "Du laminage    la coulé continue : le regard de l'industriel", in : Pernot, dir. 2017, 257-276.

## Les auteurs

**Michel Pernot** Ancien DR au CNRS, *Arch  osciences Bordeaux* - UMR 6034 - Universit   Bordeaux Montaigne; pr  sident de *Materia Viva* - laboratoire de conservation-restauration - Toulouse, [michel.pernot@u-bordeaux-montaigne.fr](mailto:michel.pernot@u-bordeaux-montaigne.fr)

**H  l  ne R  veillas** Arch  o-anthropologue responsable d'op  ration, Centre Arch  ologie pr  ventive - Bordeaux M  tropole et PACEA - UMR 5199 - Universit   de Bordeaux, [h.reveillas@bordeaux-metropole.fr](mailto:h.reveillas@bordeaux-metropole.fr)

# LES BOIS GORGÉS D'EAU MIS AU JOUR SUR LE SANCTUAIRE ANTIQUE DE SAINT-MARTIN-AU-VAL (CHARTRES, 28) : L'ÉVOLUTION DES MOYENS DE CONSERVATION D'UNE DÉCOUVERTE EXCEPTIONNELLE

EMMANUEL BOUILLY, MARJORIE MAQUEDA, SONIA PAPAÏAN

**Résumé** Entre 2018 et 2021, des bois gorgés d'eau ont été découverts en bordure de l'Eure, à Chartres, sur le sanctuaire antique de Saint-Martin-au-Val, site sur lequel les campagnes de fouilles préventives puis programmées se succèdent annuellement depuis 2006. Provenant d'un plafond à caissons peint et richement sculpté, ils ont été mis au jour dans un grand bâtiment à bassins en relation avec un temple dédié à Apollon. Un protocole de prélèvement et de conservation a été mis en place dès leur exhumation afin de préserver au mieux les informations portées par ces pièces, qui allaient être reconnues comme « découverte exceptionnelle ». Réalisées par l'équipe chartraine, les interventions de conservation ont été conduites dans un premier temps par les archéologues et une conservatrice-restauratrice, puis en autonomie par les archéologues, une fois sensibilisés à la conservation de ce matériau ultrasensible. L'acquisition progressive de matériels et d'équipements nécessaires à la conservation préventive de ces bois est venue compléter le dispositif de conservation initial en permettant le développement in situ d'une chaîne opératoire complète intégrant conservation et étude.

**Mots-clés** sanctuaire, plafond, bois gorgés d'eau (BGE), conservation préventive, chaîne opératoire, interaction.

## Le sanctuaire de Saint-Martin-au-Val

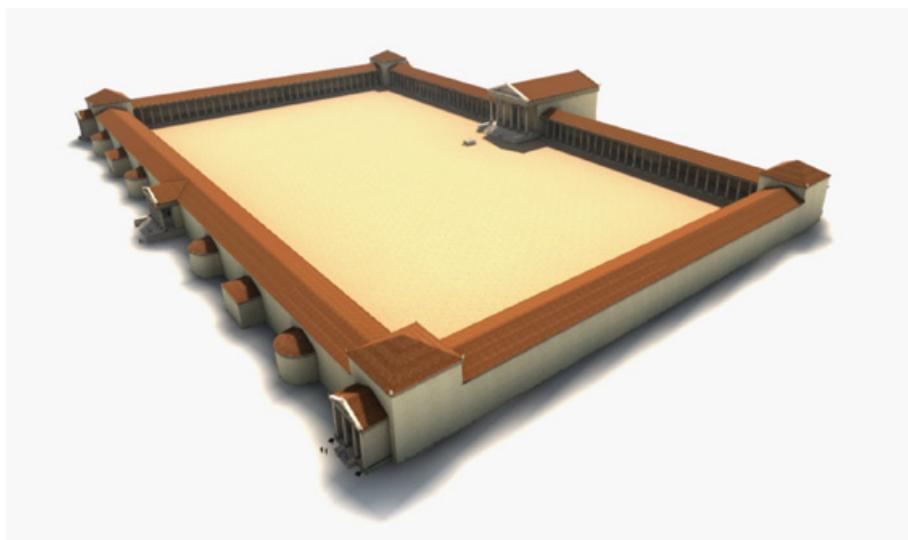
Les bois gorgés d'eau qui font l'objet de cet article ont été découverts sur le sanctuaire gallo-romain de Saint-Martin-au-Val à Chartres (région Centre-Val-de-Loire; département de l'Eure-et-Loir, 28), cité carnute connue sous le nom antique d'*Autricum*. Depuis 2006, sous la direction du responsable d'opération Bruno Bazin, ce site a fait l'objet de fouilles annuelles, d'abord dans des contextes d'archéologie préventive, puis sous forme de fouilles programmées. Situé en périphérie de la ville antique selon le principe des sanctuaires suburbains, il se développe sur plus de 11 hectares dont une infime portion, d'environ deux hectares à l'angle nord-est, a fait l'objet d'investigations poussées (**fig. 1**). Son étendue a néanmoins pu être appréciée au travers des surveillances de réseaux / travaux systématiques qui ont eu cours dans le secteur. Ce sanctuaire se développe en bas de vallée à proximité de la rivière Eure. Il s'articule autour de trois grands édifices dont les phases de construction débutent lors de

la deuxième moitié du I<sup>er</sup> siècle, pour une occupation effective dans le courant du II<sup>e</sup> - début du III<sup>e</sup> siècle et un abandon qui intervient aux environs du milieu du III<sup>e</sup> siècle.



**Figure 1** Plan de situation du site de Saint-Martin-au Val par rapport à la ville antique et localisation des différents édifices. © DAO : B. Bazin.

Le premier de ces édifices, le plus imposant, est un immense quadriportique de 300 m sur 200 m (6 ha) qui se caractérise par une grande cour rectangulaire ceinturée de galeries à colonnades agrémentées de grands pavillons à chacun des angles (**fig. 2**). La façade principale, à l'est, est scandée par une alternance d'exèdres et d'absides, tandis que la façade occidentale est fortement pressentie pour recevoir le temple principal<sup>1</sup>. À ce stade des recherches, le dieu auquel était dédié ce monument n'est pas encore connu.



**Figure 2** Vue d'artiste en 3D du grand temple à quadriportique. © UTCHA.

<sup>1</sup> Les traces d'un éventuel podium ont été appréhendées lors d'une surveillance de réseau en 2010 (Bazin *et al.*, 2013).

Le second édifice emblématique correspond à un portique qui court le long de la façade orientale du quadriportique et se prolonge vers le nord. Ses limites sud et nord ne sont pour lors pas établies. Connu majoritairement à la faveur de sondages, ce portique semble recevoir plusieurs bâtiments dont la vocation reste obscure. Néanmoins, le bâtiment situé le plus au nord a fait l'objet d'un programme de fouille pluriannuel qui a permis de mettre en évidence un temple dédié à Apollon *Vatumogons* (fig. 3) – Apollon devin – comme en témoignent deux épigraphes et plusieurs éléments de statuaire.

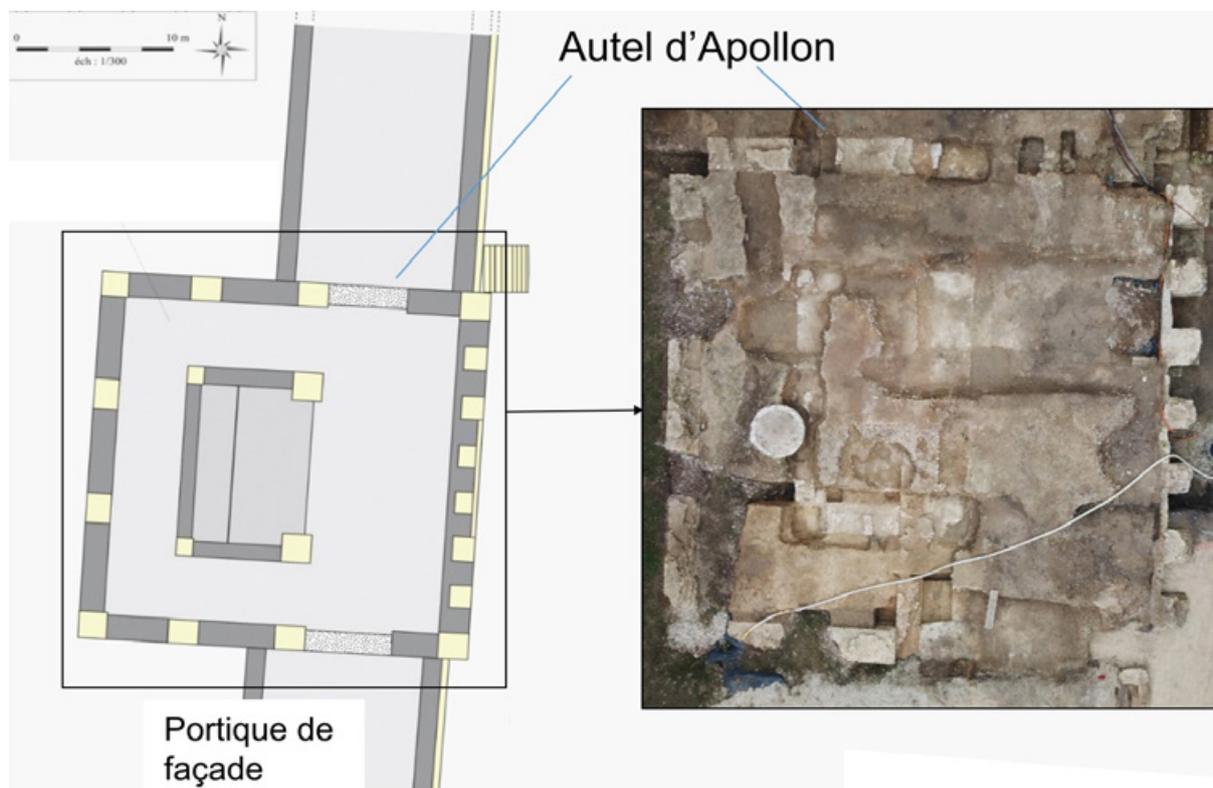


Figure 3 Plan et vue aérienne du temple d'Apollon. © B. Bazin/J. Rossignol/E. Bouilly.

Le troisième édifice autour duquel s'articule cet ensemble correspond à un bâtiment à bassins<sup>2</sup> de 19 m par 30 m qui se développe directement en contrebas du temple d'Apollon (fig. 4). De plan rectangulaire, les murs sud, ouest et nord sont agrémentés d'alcôves richement décorées de placages en marbre surmontés de fresques figuratives, tandis que le mur de façade orientale reçoit un ordre architectural monumental.

<sup>2</sup> À ce stade de l'étude, il est difficile de proposer une terminologie en adéquation avec la fonction de ce bâtiment. Le terme « bâtiment à bassins » est pour lors privilégié.



**Figure 4** Vue aérienne du bâtiment et des trois bassins. © Bazin/J. Rossignol/E. Bouilly.

Trois bassins en marbre occupent le centre du bâtiment. Les bassins nord et sud sont identiques et déploient sur six degrés de profondeur un dessin qui se complexifie au fur et à mesure que l'on se rapproche du centre. Au carré de l'ouverture succède une étoile à branches tronquées qui renferme un carré flanqué d'un lobe sur chaque côté. Au centre, ces quatre lobes se rejoignent pour former un cercle parfait qui servait vraisemblablement de réceptacle à une vasque dont il ne reste plus qu'une trace au sol. Ces deux bassins avaient probablement une vocation ornementale et servaient à mettre en valeur le bassin central dont le plan, beaucoup plus sobre, consiste en des carrés imbriqués sur quatre ou cinq degrés de profondeur<sup>3</sup>. Une petite ouverture est aménagée à l'ouest, probablement pour permettre l'accès au centre du bassin. Sa profondeur, sa position au milieu des deux bassins ornementaux et au centre du bâtiment, son dessin épuré et l'accès à l'ouest sont des indices forts qui laissent supposer que ce bassin était vraisemblablement destiné à accueillir les pratiques liturgiques.

<sup>3</sup> Le fond du bassin médian n'a pas été atteint mais se situe à plus de 2,20 m de profondeur, tandis que les bassins nord et sud ne dépassent pas 1,10 m de profondeur. De plus, seule sa moitié ouest a été dégagée. Le plan « carré » a été extrapolé : il pourrait s'agir d'un plan rectangulaire, même si d'un point de vue esthétique, une telle composition peut s'avérer contestable... mais pas impossible.

Sa fouille complète devrait permettre de valider ou non cette hypothèse et, le cas échéant, d'en reconnaître les pratiques.

C'est dans ce contexte riche, dans et autour des bassins nord et sud, qu'a été mis au jour un lot exceptionnel de plus de 2000 pièces de bois gorgées d'eau qui témoignent non seulement de la charpente de l'édifice mais, surtout, des restes inédits d'un plafond à caissons suspendu en bois sculpté et peint.

## Le plafond à caissons : histoire de la découverte et état actuel de la recherche

### Histoire de la découverte

#### *Programme 2016-2018 : mise au jour des premiers bois gorgés d'eau*

L'emprise du premier bassin est connue dès la campagne de fouille 2017. À l'intérieur, la mise au jour d'un enchevêtrement de bois en partie calcinés mais apparemment bien conservés constituait d'ores et déjà une découverte d'exception. À ce stade de la fouille, ces bois étaient encore considérés comme des éléments témoignant de l'effondrement de la charpente du bâtiment.



**Figure 5** Mise au jour des premiers éléments du plafond à caissons sur le sol dallé. © S. Papián.

En accord avec le service régional de l'Archéologie (SRA), il est alors décidé d'interrompre provisoirement la fouille du bassin et de préserver ces bois *in situ*, le temps de mettre en place une méthodologie de prélèvement et de conservation adaptée à ce matériau sensible. Un nouveau programme triennal sera déclenché en 2019 et sera spécialement dédié à la fouille, au prélèvement et à l'étude de ces bois.

Dans l'attente de cette nouvelle triennale, les objectifs de recherche de la dernière campagne du programme 2016-2018 ont été recentrés sur l'organisation architecturale du bâtiment à bassins, avec notamment l'extension de l'emprise de fouille, afin de dégager l'angle nord-est et l'éventuel mur de clôture oriental. À cette occasion, sous les amas de tuiles effondrées en contrebas des murs nord et est de l'édifice, de nouveaux fragments de bois calcinés ont été mis au jour sur les espaces de sols en dallage calcaire conservés (**fig. 5**). Contre toute attente, cet ensemble n'était pas constitué de pièces de charpente mais d'éléments de plafond à caissons présentant des motifs finement sculptés (**fig. 6**).



**Figure 6** Exemple d'une moulure d'encadrement de rais-de-cœur en ciseau à l'état de conservation exceptionnel. © S. Papaïan.

### *2018-2019 : constitution d'une équipe pluridisciplinaire*

Après concertation, la fouille, le prélèvement ainsi que l'étude des bois issus du bassin nord seront finalement réalisés en interne par la direction de l'Archéologie de Chartres métropole. Le protocole mis en place est le fruit d'une réflexion menée conjointement entre, d'une part, les archéologues qui vont élaborer une méthodologie de fouille et d'enregistrement des données (relevés divers, clichés, base de données, etc.) et, d'autre part, la conservatrice-restauratrice qui apporte son expertise.

Pour la réalisation d'un tel programme de recherche, l'équipe permanente s'est enrichie de nouvelles compétences. Outre les archéologues et la conservatrice-restauratrice, ce sont des collaborateurs aux savoir-faire divers qui ont été sollicités : entomologiste, xylologues, dendrochronologues, spécialistes du mobilier métallique, architectes, menuisiers/charpentiers, ornemanistes, chercheurs en nanotechnologie, chercheurs spécialistes des sources antiques, chercheurs en biochimie, radiologues, etc.

### *2019-2021 : programme dédié à la fouille, au prélèvement et à l'étude des bois issus du bâtiment à bassins*



**Figure 7** Fouille des bois du bassin entre 2019 et 2021. © DAO : E. Bouilly.

Trois campagnes de fouille<sup>4</sup> ont été nécessaires pour extraire l'intégralité des pièces de bois (fig. 7).

La phase de prélèvement a fait l'objet d'un protocole raisonné, qui a été adapté en permanence en fonction des contraintes de positionnement, d'enchevêtrement, de fragilité et du degré de carbonisation de chaque bois. Les nombreuses pièces de bois des caissons, encore assemblées au sein du corpus, ont ajouté une difficulté supplémentaire au prélèvement.

Avant leur démontage, tous les objets ligneux ont été numérotés, photographiés et topographiés. En complément, un relevé par photogrammétrie de l'ensemble a été réalisé avant chaque grande phase de prélèvement.

## État actuel de la recherche

À ce jour, plus de 2000<sup>5</sup> pièces de bois ont été exhumées. Leur état de conservation exceptionnel (cf. *infra*) est en partie dû à un incendie qui ravage le bâtiment vers le milieu du III<sup>e</sup> siècle et provoque l'effondrement de la charpente sur le sol et dans les bassins<sup>6</sup>.

Dans l'état actuel des connaissances (Bazin *et al.*, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022; Bouilly, 2022), deux grandes catégories ont été distinguées : les bois entrant dans la catégorie dite de « la charpente » et ceux de la catégorie « plafond à caisson ».

### La catégorie de « la charpente »

Les bois qui entrent dans la catégorie de la charpente correspondent aux éléments qui ont une fonction structurelle dans l'édifice : en d'autres termes, les éléments porteurs. Cette catégorie, très minoritaire sur le site (inférieure à 10 %), est représentée par une majorité de chevrons en chêne, par des poutres de solivage en sapin, plus rarement par des éléments de ferme tels qu'entraits et arbalétriers en sapin. Aussi intéressant ce corpus soit-il, les résultats demeurent limités. Force est de constater que les éléments qui nous sont parvenus sont très lacunaires, peu représentatifs et en trop mauvais état pour espérer avoir une idée précise de la charpente qui couvrait le bâtiment, encore moins apprécier les techniques employées.

### La catégorie du « plafond à caisson »

Cette catégorie, très majoritaire, représente une découverte exceptionnelle à plusieurs égards. Elle est exceptionnelle du fait de sa rareté : si des plafonds à caissons en pierre<sup>7</sup>, en trompe l'œil ou en stuc<sup>8</sup>, nous sont parvenus, seul le plafond de la villa du relief de *Telephus*

<sup>4</sup> Une année supplémentaire a été déclenchée pour compléter certaines données.

<sup>5</sup> Tant que l'étude n'est pas terminée, il est impossible de donner des chiffres précis, notamment au niveau des comptages, car plusieurs prélèvements en lot se doivent d'être détaillés.

<sup>6</sup> La question de l'effondrement de la charpente est plus complexe, car les phases de récupération postérieures ont un impact non négligeable sur la répartition des bois à l'intérieur du bâtiment.

<sup>7</sup> Le Panthéon à Rome ou la maison carrée de Nîmes, pour ne citer qu'eux.

<sup>8</sup> On citera La *Domus Aurea* à Rome qui possède des plafonds à caissons peints en trompe-l'œil et en stuc ou, en Gaule, la villa d'Entrains-sur-Nohain dans la Nièvre, qui présente un programme stucé exceptionnel (Boislève, 2018).

d'*Herculanum* faisait référence en ce qui concerne les plafonds en bois<sup>9</sup>. Elle l'est aussi de par son état de conservation remarquable : si la majorité des pièces a subi les outrages de l'incendie et du temps, une proportion non négligeable nous est parvenue quasiment intacte. Enfin, elle demeure exceptionnelle dans le sens où les solutions techniques qui ont été privilégiées témoignent d'un savoir-faire parfaitement maîtrisé et extrêmement abouti.

Le but ici n'est pas de faire une analyse technique poussée, mais de présenter brièvement l'ouvrage tel que nous le percevons à ce stade de l'étude. D'un point de vue structurel, ce plafond est en fait un faux-plafond suspendu qui, en plus de sa vocation esthétique, masque la charpente. Le lien avec cette dernière est assuré par un système totalement inédit de baguettes en chêne terminées à une extrémité par un crochet métallique (fig. 8; Loiseau, 2009).



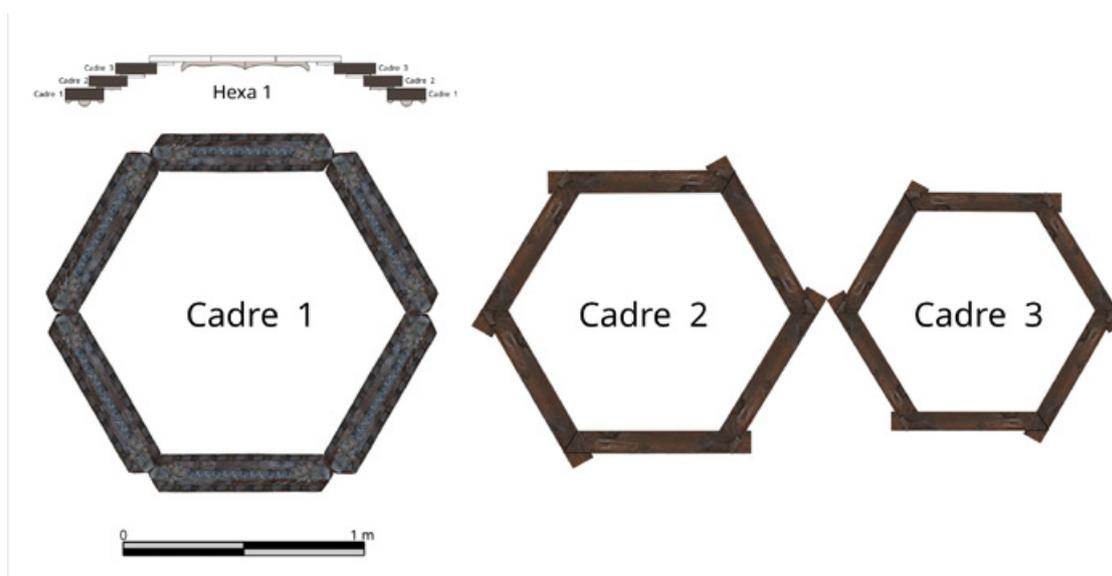
Figure 8 Extrémité de baguette de suspension avec son crochet métallique. © E. Bouilly.

D'un point de vue technique, les caissons se déclinent selon deux formes géométriques complémentaires juxtaposées – l'hexagone et le losange (fig. 9) – et forment des compartiments à trois, quatre ou cinq degrés de profondeur. Le principe d'élaboration d'un compartiment est « relativement simple ». Dans le cas d'un compartiment en hexagone à quatre degrés de profondeur, cela consiste à concevoir trois cadres hexagonaux de diamètres différents à partir de poutres et poutrelles en sapin (fig. 10). Sur le cadre inférieur du premier degré, le plus large, on fait reposer le cadre du deuxième degré, plus étroit, qui s'insère exactement à l'intérieur du précédent. De la même manière, on fait reposer le cadre supérieur du troisième degré, le plus petit, sur le cadre médian et le tout est fermé par des planches de fond qui constituent le quatrième degré de profondeur. Dans le cas de caissons à cinq degrés, un cadre supplémentaire confectionné à partir de planches étroites mises de chant est inséré entre le troisième degré et les planches de fond.

<sup>9</sup> De très belle facture, il participait au *decorum* d'une habitation privée et, de fait, témoigne d'un faste certain mais plus intimiste que le plafond de Saint-Martin. Aussi, techniquement parlant, l'ouvrage italien propose des solutions plus sobres que son homologue chartrain (Camardo, Notomista, 2015).



**Figure 9** Deux exemples de fond de caisson, l'un rhombique, l'autre hexagonal, en contexte archéologique. © B. Bazin.



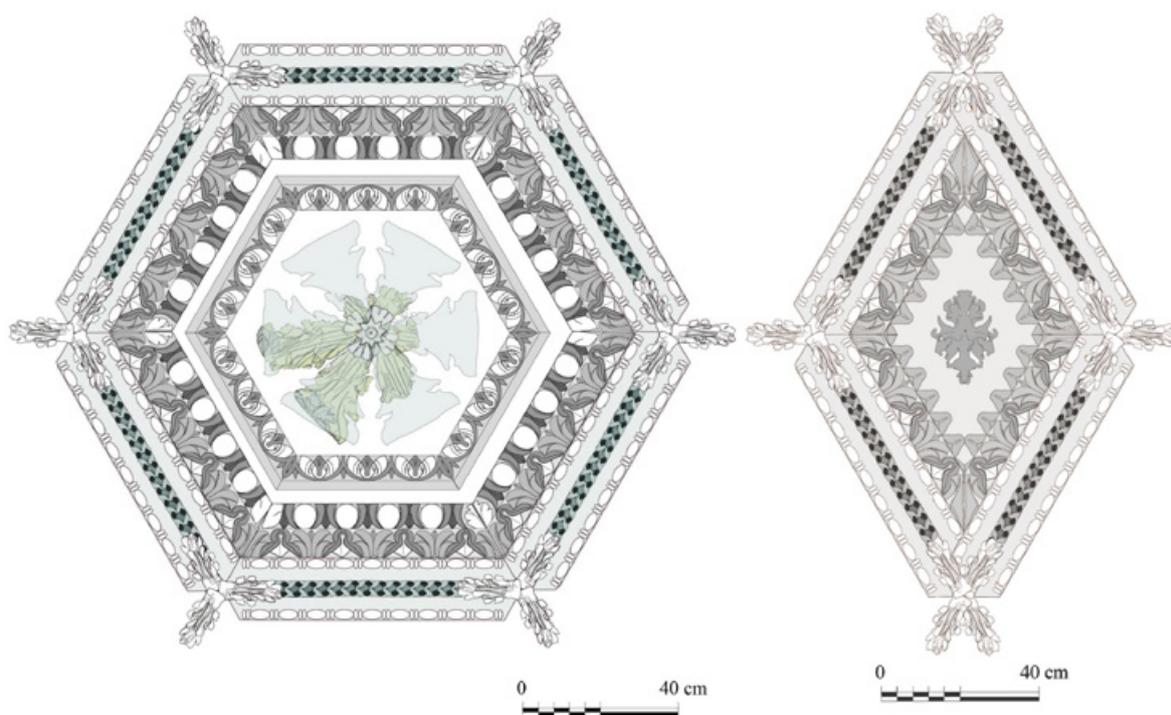
**Figure 10** Succession de trois cadres hexagonaux de diamètres différents et profil des trois cadres superposés. © E. Bouilly.

Cette disposition en cadres successifs de plus en plus étroits participe à un jeu de mise en perspective ascensionnel qui invite le regard à se diriger vers le centre des caissons, là où se déploient les décors les plus originaux (que nous évoquerons plus loin). Ce principe « relativement simple » se singularise par des choix techniques extrêmement complexes. L'assemblage à tenon-mortaise chevillé – le b.a. ba de la charpente/menuiserie qui aurait largement pu s'appliquer ici – est totalement mis de côté, pour privilégier des assemblages en enfourchement en faux-onglet ou encore à mi-bois de chant, non chevillés et autobloquants. Plus encore, les cadres inférieurs (1<sup>er</sup> degré) sont constitués à partir de poutres qui présentent des assemblages totalement inédits, autant d'un point de vue archéologique que dans l'histoire

des techniques (**fig. 11**). Ces pièces ne souffrent aucun parallèle dans les ouvrages spécialisés et aucun des artisans, compagnons menuisiers et charpentiers, auxquels elles ont été présentées ne connaît d'équivalent. Il s'agit ici de la redécouverte de savoir-faire qui ont purement et simplement été oubliés.



**Figure 11** Reconstitution par photomontage d'une poutre de caisson idéale avec ses décors et ses assemblages complexes. © E. Bouilly.



**Figure 12** Reconstitution des décors de compartiments hexagonal et rhombique. © DAO : S. Papaïan.

À la complexité technique répond la richesse des décors (**fig. 12**). En effet, chacun des cadres/ degrés de caisson reçoit une composition confectionnée dans des planches en tilleul. Ces décors, apposés et non sculptés dans la masse, se développent en frises empruntées au registre

classique. Finement ciselés, ils se répètent d'un compartiment à un autre, créant ainsi un effet d'ensemble d'où émergent, tels des tableaux, les décors centraux de chaque caisson. Le registre du premier degré des caissons hexagonaux se compose de chaînettes terminées par des feuilles d'acanthé qui forment des fleurons. Elles sont secondées de part et d'autre par des chapelets de perles et pirouettes en ronde-bosse (fig. 11). Le deuxième degré reçoit une frise de rais-de-cœur tandis que des oves agrémentent le troisième degré. Enfin, une nouvelle frise de rais-de-cœur, plus stylisée mais tout aussi élégante que la précédente, encadre la composition centrale. Si plusieurs variantes semblent se dégager, un seul de ces décors a pour lors fait l'objet d'une étude approfondie. Il se compose de six grandes feuilles d'acanthé en haut-relief qui semblent émerger d'un fleuron central et se déployer vers chacun des angles de l'hexagone.

Les caissons losangiques diffèrent légèrement et se développent systématiquement sur trois degrés. S'ils partagent avec les compartiments hexagonaux le même type de décor sur les premier et deuxième degrés, le dernier degré reçoit une frise de feuilles d'eau qui enserre le motif central. Une nouvelle fois, les compositions sont multiples mais un seul décor central pour caisson rhombique est pour lors connu et correspond à un fleuron à motif végétal. Notons que des traces très fugaces de chromie nous sont parvenues.

Dans les grandes lignes, l'agencement du plafond avec la charpente, la trame qu'il dessine, les solutions techniques employées et la variété des compositions décoratives sont en passe d'être compris. Néanmoins, le travail sur ces pièces est loin d'être achevé. Beaucoup de questions restent en suspens et les réponses à ces interrogations nécessitent un travail minutieux qui s'inscrit dans une durée qu'il reste à définir, d'où la nécessité d'assurer une conservation optimale sur le (très?) long terme.

## La conservation des bois gorgés d'eau : données minimales sur les altérations et leurs causes. Besoins climatiques requis

Plusieurs facteurs intrinsèques au matériau « bois » influent sur sa sensibilité aux altérations : l'essence utilisée (feuillus/conifères), ses propriétés mécaniques (bois dur/bois tendre) et la partie de l'arbre travaillée (aubier/*duramen*). Parmi les facteurs environnementaux, les insectes xylophages et les micro-organismes (bactéries et moisissures) occasionnent des altérations biologiques non négligeables. Ces dernières sont favorisées par la présence d'oxygène et de lumière. Dans l'eau, l'absence ou la faible quantité d'oxygène et le faible éclairage contribuent à la bonne conservation des pièces (milieu anaérobie). Les bois ont vu, au cours de leur enfouissement, leurs cavités et pores se remplir d'eau en lieu et place de leurs composants structurels (cellulose, lignine, pectine, etc.) et de leurs « squelettes » (vaisseaux, rayons, etc.). Ainsi paraissent-ils gonflés. Cet état leur permet de garder des volumes proches de leur forme originelle. S'ils semblent bien conservés, ces éléments présentent en réalité des pertes de densité et de résistance mécanique. Leur surface est bien souvent molle et spongieuse alors que leur cœur offre un aspect plus ferme (altération centripète). Cette hétérogénéité est difficilement appréhendable. Une partie du bois est très altérée, l'autre peu (La Baume (de), 1990).

Par ailleurs, le matériel ferreux fiché parfois dans les bois peut avoir des effets insoupçonnés et tragiques. Outre les dégradations chimiques et les déformations physiques initiées par l'oxydation du fer, le bois peut être sujet à des attaques acides par des sulfures de fer (pyrite :  $\text{FeS}_2$ , par ex.) issus de la transformation d'oxydes de fer II par des bactéries sulfato-réductrices

présentes dans les milieux anaérobies. Le mécanisme est aujourd'hui bien compris (Lotz, 2020; Chaumat *et al.*, 2017; Lemoine, Pelé, 2013). La détection d'éléments en fer ou même de résidus de fer ainsi que de produits soufrés dès le terrain (odeur d'œuf pourri, couleur noire du bois, par ex.) est donc essentielle.

Les bois gorgés d'eau enfouis demeurent stables dans leur milieu tant que celui-ci n'est pas modifié. La mise au jour crée un réel traumatisme. On risque une dessiccation brutale, non contrôlée, qui peut conduire à des déformations irréversibles voire des destructions (Berducou, 1990). Dans ces conditions, le maintien d'une humidité proche de 100 % est primordial. L'absence de lumière et un apport d'oxygène limité, tout comme une température froide, retardent par ailleurs la prolifération des micro-organismes inévitablement présents dans le bois.

## Constat d'état des bois gorgés d'eau du bâtiment à bassins de Saint-Martin-au-Val

### État de conservation



**Figure 13** Deux exemples de faciès d'altération mixte : en haut, une poutre brûlée et noire jouxtant une planche décorée brune non calcinée; en bas, un décor central d'hexagone carbonisé et dur en son centre, mou et spongieux sur son pourtour. © B. Bazin.

Les bois du sanctuaire de Saint-Martin-au-Val sont plutôt bien conservés. Ils présentent des degrés différents de calcination selon que les flammes ont léché leur surface ou que la combustion, plus vive, a progressé vers le cœur du bois. Un faciès d'altération mixte est visible sur chacune d'entre eux, tantôt charbonneux et dur, tantôt non calciné et spongieux. Ce phénomène occasionne un degré d'humidité distinct au sein même du matériau, variant d'un état plutôt sec pour les zones charbonneuses à un état détrempe pour les zones ayant échappé aux flammes. Ces bois gorgés d'eau se révèlent donc être des objets composites (**fig. 13**).

Les poutres carbonisées affichent souvent des déformations avec gondolements de surface, cavités, fissurations et des pertes de matière. La lecture de leur surface n'est pas toujours aisée. Les planches décorées et, surtout, les décors rapportés,

eux aussi calcinés mais d'épaisseur moindre et de taille plus petite, comme les perles et les pirouettes retrouvées le long des arêtes des poutres, sont toutefois moins soumis à cette singularité. Ces petites pièces ligneuses calcinées, en particulier, se caractérisent donc bien souvent par l'association d'une multitude de fragments charbonneux. Elles sont donc, pour d'autres raisons, tout aussi fragiles que les bois non calcinés (fig. 14). Classiquement, ces derniers sont plutôt mous en surface avec un cœur plus ferme. Les altérations les plus représentatives de ce cas de figures correspondent à des atténuations voire des disparitions de certains reliefs (écrasement) ainsi que des pertes de matière (déchirures?) (fig. 15).



**Figure 14** Phénomène de fragmentation d'un bout de planchette carbonisée dont le décor représente des oves et des fers de lance. © S. Papaïan.



**Figure 15** Atténuation des rais-de-cœur stylisés et déchirure de matière d'une planchette de bois qui a échappé aux flammes. © S. Papaïan.

## Diagnostic de l'état de conservation ou propriétés conservatrices du contexte de découverte

La bonne conservation de ces bois peut s'expliquer par l'action de plusieurs facteurs intimement mêlés. La carbonisation, processus physico-chimique déjà bien connu pour favoriser la conservation de restes organiques et permettre leur exploitation (palynologie, carpologie, entomologie, etc.), s'est arrêtée à un moment opportun par l'effondrement des bois sur un sol déjà humide (remontée de la nappe phréatique) ou directement dans le bassin rempli d'eau. Cet enchaînement accidentel d'événements rappelle inopinément la technique japonaise du *Shou Sugi Ban* ou *Yaki Sugi*, technique du bois brûlé qui consiste à carboniser volontairement une face d'une planche de bois pour la rendre moins sensible aux intempéries et moins vulnérable aux insectes et aux micro-organismes (Rivard, 2016).

La tourbe et la nappe phréatique sont également des milieux connus pour favoriser la conservation des matières organiques. La tourbe mise en évidence sur le site a été formée par l'apport de sédiments boueux émanant de remontées successives de la nappe phréatique (tourbière topogène, Bazin *et al.*, 2021) (fig. 16). C'est un milieu frais, anaérobie et saturé d'eau qui contient naturellement peu de micro-organismes décomposeurs (Epicoco, Viri, 2015; Gratton *et al.*, 2014). Réelle chape filtrante de près de 45 cm d'épaisseur, elle a joué un rôle de barrière biologique naturelle et a limité l'érosion des pièces de bois sous-jacentes. Les eaux souterraines sont quant à elles des milieux d'eau douce peu mobiles. Le dioxygène O<sub>2</sub> et la flore bactérienne y diminuent avec la profondeur (William, Hynes, 1974). Des graines et des noix ont été retrouvées dans le bassin, et des feuilles de lierre étaient encore disposées sur ses margelles, témoignant du caractère particulièrement conservateur du milieu.



**Figure 16** Coupe nord-sud des différents dépôts venant sceller le bassin nord. Vue de l'ouest.  
© B. Bazin.

Enfin, malgré la présence de nombreux éléments ferreux fichés dans les pièces de bois (pitons pour la suspension et petits clous pour l'assemblage des planches décorées), la pyrite n'a pas été détectée sur les quelques bois qui ont été analysés<sup>10</sup>. La combustion, même partielle, aurait empêché le développement de composés sulfurés une fois les bois remplis d'eau, en oxydant très rapidement les pièces ferreuses, leur laissant bien souvent uniquement une enveloppe noire marqueuse de la surface d'origine<sup>11</sup>. D'autre part, la pauvreté supposée du milieu en micro-organismes, dont les bactéries du soufre, aurait limité le cycle de formation de ces composés (fig. 17).



**Figure 17** Piton en alliage ferreux fiché dans une poutre calcinée. Il paraît stable. © E. Bouilly.

## Les conditions de fouille

Les campagnes de fouilles se sont toujours déroulées en plein été. Ce choix répond à des considérations pratiques plus qu'à des principes de conservation. C'est en effet à cette période de l'année que la nappe phréatique est la plus basse et permet d'accéder plus facilement aux vestiges. La zone de fouille, venteuse et peu ombragée, enregistra à plusieurs reprises des pics de chaleur avoisinant les 30 °C.

Afin de pouvoir fouiller convenablement, il a fallu mettre en place un système de pompage : thermique et intermittent dans les premiers temps – les vestiges étaient sous l'eau tous les matins – puis électrique et permanent, avec la mise en place de trois pompes de relevage, qui ont permis de maintenir et moduler instantanément le niveau de la nappe phréatique en fonction des besoins.

La fouille des bois gorgés d'eau est par ailleurs impensable sans une prise en compte de la conservation de leur humidité. Celle-ci fut continuellement préservée, lors de la première

<sup>10</sup> Des recherches de pyrite ont été conduites par le laboratoire ARC-Nucléart en charge de la restauration de quelques pièces de bois.

<sup>11</sup> Les ferreux sont tous totalement minéralisés : aucune trace de noyau métallique ne subsiste.

campagne grâce à des linges détrem্পés et, par la suite, grâce à un système d'arrosage automatique. L'eau était dans ce cas utilisée en circuit fermé par le biais des pompes (fig. 18).



**Figure 18** Évolution des moyens matériels pour conserver l'humidité. © S. Papaïan.

## 2018 : les premières interventions de conservation ou des moyens limités pour une découverte fortuite

En 2018, face à la découverte de ce matériau ultra-sensible et peu commun, et devant de tels volumes, le laboratoire ARC-Nucléart (Grenoble), spécialisé dans le traitement de bois gorgés d'eau de très grandes dimensions, fut sollicité pour quelques conseils. S. Fierro-Mircovich, conservatrice-restauratrice, répondit favorablement à notre appel. Sans intervenir directement, elle s'est révélée une personne ressource disponible vis-à-vis des problématiques de prélèvement et des recommandations de conservation dans la perspective de traitements ultérieurs.

Par chance, les bois prélevés étaient situés sur un sol dallé et relativement plan (les carreaux de marbre tapissant le sol de l'édifice) facilitant leur ramassage. Ils furent récoltés à l'aide de plaques inox souples glissées par en dessous puis déposés sur des planches de bois marine, pour les plus lourds d'entre eux<sup>12</sup> (fig. 19 à fig. 21).



**Figure 19** Prélèvements sur plaque inox. © B. Bazin.

<sup>12</sup> L'inox de prédilection pour l'extérieur est l'inox 316L. Appauvri en carbone et enrichi en molybdène, il ne rouille pas, même quand il est en contact prolongé avec de l'eau. Le bois marine est un contreplaqué doté de propriétés hydrofuges.



**Figure 20** Prélèvement sur plaque inox d'un ensemble particulièrement imposant. © B. Bazin.



**Figure 21** Exemple d'emballage pour un ensemble particulièrement imposant. ©B. Bazin.

À défaut d'espace réfrigéré suffisamment grand ou de bacs d'eau aux dimensions adéquates, les choix de conservation des grandes pièces furent portés avant tout sur le conditionnement dès la découverte selon un protocole précis :

- dépôt de linges de coton humide à la surface des bois prélevés, et mouillage afin de les saturer en humidité;
- dépôt d'un film de mousse polyéthylène (PE) pour parer d'éventuels chocs;
- emballage dans du film étirable en PE;
- dépôt d'une couverture de survie pour abriter les bois de la lumière et de la chaleur<sup>13</sup>;
- insertion du dispositif dans une double épaisseur de gaine de 100 microns, dont les entrées sont disposées tête-bêche, afin de limiter l'évaporation et favoriser une isolation thermique<sup>14</sup>;
- fermeture hermétique à l'aide d'un scotch large et armé pour limiter les fuites d'eau.

À quelques exceptions près, ces conditionnements étaient définitifs. Seul un inventaire était envisagé pour le rapport d'opération. Alors que les pièces de bois les plus petites furent placées au réfrigérateur, les plus grandes furent remises dans l'église de Saint-Martin-au-Val<sup>15</sup>, zone spacieuse la plus fraîche à proximité du site. Il y fait 20 °C au plus chaud de l'été et les températures n'excèdent pas quelques degrés pendant la saison froide. Elles y resteront environ un an, le temps d'acquérir des équipements de stockage adaptés (fig. 22). Par crainte de dégradations, les pièces jugées exceptionnelles furent toutefois transférées dès la fin de la campagne 2018 au laboratoire ARC-Nucléart pour y être conservées dans des grands réfrigérateurs dont la fraîcheur, constante, est gage de préservation.



**Figure 22** Entreposage des bois dans l'église Saint-Martin-au-Val, espace proche le plus vaste permettant l'accueil de pièces de grandes dimensions même si les températures, assez fraîches, sont soumises à variations. © M. Maqueda.

<sup>13</sup> Contrairement à la face dorée et brillante, la face grise aluminisée des couvertures de survie renvoie les rayons solaires et limite l'augmentation de la température des objets qu'elle protège.

<sup>14</sup> Les plastiques, quels qu'ils soient, ne sont pas étanches. Toutefois, plus leur épaisseur est importante, moins les échanges gazeux avec l'atmosphère s'opèrent.

<sup>15</sup> Actuellement fermée administrativement au public et au culte pour des raisons de sécurité.

Pour résumer ces premières interventions, la découverte hautement fortuite de ces bois gorgés d'eau obligea à improviser et à faire avec « les moyens du bord ». Les choix opérés ont provoqué la scission du lot de bois en deux groupes (un groupe à Chartres, un second à Grenoble) privant du coup les archéologues travaillant à Chartres d'une partie de leur matériel. Imprévues, les interventions de conservation se limitèrent à récolter et stocker. Elles furent surtout isolées, non intégrées à une chaîne opératoire de conservation et d'étude, comme cela sera le cas pour les campagnes suivantes.

## 2019-2021 : mise en place d'une chaîne opératoire de conservation et d'étude pour la triennale

La triennale qui débuta en 2019 fut exclusivement dédiée à la fouille et l'étude des bois du bassin. Conscient de l'unicité d'une telle découverte, le SRA, par le biais de la direction régionale des affaires culturelles (DRAC), alloua chaque année des moyens financiers conséquents pour permettre leur conservation aussi bien que leur étude. Concernant la conservation préventive, les postes les plus dispendieux furent les équipements de stockage avec l'achat d'une chambre froide, d'un conteneur frigorifique et d'une piscine. En parallèle, il fallut s'équiper en matériel d'arrosage ainsi qu'en outils de prélèvement.

### Des interventions de conservation préventive sur le terrain ...

La mise au jour de nouveaux bois étant attendue, l'équipe a pu anticiper les mesures à prendre. Un protocole d'intervention fut développé et amélioré au fur et à mesure, intégrant les études aux besoins de conservation.

Enchevêtrés tel un jeu de mikado, les bois étaient étalés sur les six degrés de marches que comprend le bassin, générant des zones vides et provoquant des instabilités. Les petites pièces isolées ne posèrent pas de soucis de prélèvement. Il fallut en revanche prendre en compte la complexité des assemblages inhérents à la fabrication des hexagones ou des losanges, qui avaient perdu leur rigidité originelle pour devenir mous, souples et chancelants une fois soulevés. Leur collecte fut loin d'être évidente. Pour ces bois en particulier, un protocole de prélèvement fut mis en place, réitéré et optimisé les années suivantes (**fig. 23** et **fig. 24**) :

- décollement des bois en douceur à la main ou par insertion par en dessous d'outils plats comme des lames de plaquistes, des truelles de maçon, et même parfois des étiquettes Styron®;
- glissement sous chaque planche ou fragment de bois de plaques de polypropylène (PP) alvéolaire, découpées à des formats idoines, et dont la souplesse facilite l'insertion;
- calage éventuel et colmatage des lacunes à l'aide de blocs de mousse de PE;
- recherche de rigidité et de cohésion du système de prélèvement grâce à des pinces pour conserver les connexions des assemblages<sup>16</sup>;
- prélèvement à plusieurs mains et disposition sur des planches de bois marine;
- reprise du calage éventuellement.

<sup>16</sup> Il s'avèrera, au fil des campagnes de fouille et avec l'acquisition de données sur les systèmes d'assemblages d'une année sur l'autre, que la nécessité de la conservation des connexions était de moins en moins nécessaire.



**Figure 23** Dégagement des bois en douceur. © B. Bazin.



**Figure 24** Prélèvement à plusieurs mains et calage de l'hexagone 1. © E. Bouilly.

Quelle que soit la complexité des prélèvements, une fois sortie du bassin, chaque pièce de bois fut conditionnée de façon à demeurer constamment humide. Le soin apporté au conditionnement différait quelque peu selon qu'elle devait être exploitée rapidement après sa mise au jour ou stockée en atmosphère réfrigérée pour une étude ultérieure. L'acquisition d'une chambre froide, en 2019, puis celle d'un conteneur frigorifique sur site, fin 2020, complétèrent efficacement le dispositif de conservation préventive entamé en fouilles. Leur utilisation n'empêcha pas de procéder à des conditionnements sophistiqués et précis freinant autant que possible la pénétration du dioxygène  $O_2$  et l'évaporation de l'eau.

Rapidement, l'équipe acquit sur le terrain une certaine autonomie et fut plus confiante dans ses gestes. Autant les interventions de la conservatrice-restauratrice furent nombreuses en 2019 pour montrer et conseiller, autant sa présence s'effaça progressivement au profit des membres de l'équipe de terrain au cours de la campagne 2020 (fig. 25). Ses interventions

furent désormais très ponctuelles pour des besoins extrêmement précis (retournement de poutre, par ex.).



**Figure 25** Les archéologues prélèvent seuls un assemblage complexe. © E. Bouilly.

### ... à l'exploitation des données *in situ* ...

Lors de l'élaboration du protocole, la principale préoccupation a été de ne pas opposer les analyses et l'étude de cet ensemble exceptionnel aux questions de conservation inhérentes à un tel matériau. Autrement dit, comment réaliser les observations sur ces bois tout en garantissant des conditions de conservation optimales pendant toute la durée de l'étude?

Le choix s'est finalement porté sur l'installation d'une zone de traitement et d'étude préliminaire directement sur site. Aménagée sous abri à une cinquantaine de mètres du bâtiment à bassins, elle fait le lien entre le terrain et la zone de stockage et de conservation des bois (**fig. 26**).

### Une chaîne d'étude à proximité de la fouille



**Figure 26** Zone de traitement et d'étude sur site. © E. Bouilly/S. Papaïan.

La chaîne d'étude réalisée au sein de cette base de travail, qui a évolué au fur et à mesure des campagnes de fouilles, comprend les étapes suivantes :

- chaque pièce de bois ou ensemble prélevé fait l'objet d'un nettoyage à l'eau claire;
- les différents membres de l'équipe<sup>17</sup>, suivant leur domaine de compétence, réalisent les premières observations : identification du domaine fonctionnel, données métriques et tracéologiques, essence, repérage de mobilier métallique fiché ou associé, évaluation du potentiel dendrochronologique et entomologique, etc. L'ensemble des informations recueillies est enregistré dans une base de données dédiée (« Xylomancie »);
- les prises de vue photographiques et photogrammétriques, ainsi que les relevés graphiques, sont également réalisées directement sur site.

Les pièces de bois sont ensuite redirigées dans la chaîne d'étude et de conservation en fonction des besoins d'analyse et des compléments d'étude (scanner, radiographie, tomographie, prélèvements pour études spécifiques, etc.), avec toujours pour fil conducteur de limiter au maximum les manipulations et les déplacements des bois.

### ... et aux mesures conservatoires à moyen/long terme

Une fois les études terminées, un conditionnement à plus ou moins long terme est mis en œuvre. Le protocole actuel comprend les étapes suivantes (**fig. 27**) :

- l'utilisation de planche marine comme support rigide;
- la disposition d'une interface en PP alvéolaire entre la planche et le bois;
- l'application d'un premier film alimentaire détrempe au plus près du bois pour limiter les poches d'air;
- le calage des éléments avec des boules de film alimentaire détrempe ou, le cas échéant, avec des mousses PE rigides. Ces dernières ne doivent jamais être en contact direct avec le bois pour éviter une migration de l'eau vers les mousses au détriment du bois;
- l'emballage de l'ensemble avec plusieurs épaisseurs de film alimentaire surmontées par une gaine PE.

L'ensemble des bois du corpus est ensuite conservé dans les espaces réfrigérés et peut, à tout moment, être disponible pour des compléments d'étude.

<sup>17</sup> C. Azzi, B. Bazin, E. Bouilly, S. Papaïan et M. Toriti

### Conditionnement d'une planche de fond d'un caisson hexagonal et de son décor



Une première couche de film alimentaire est disposée au plus près de la surface du bois. Ici, des mousses sont positionnées de manière à protéger le décor



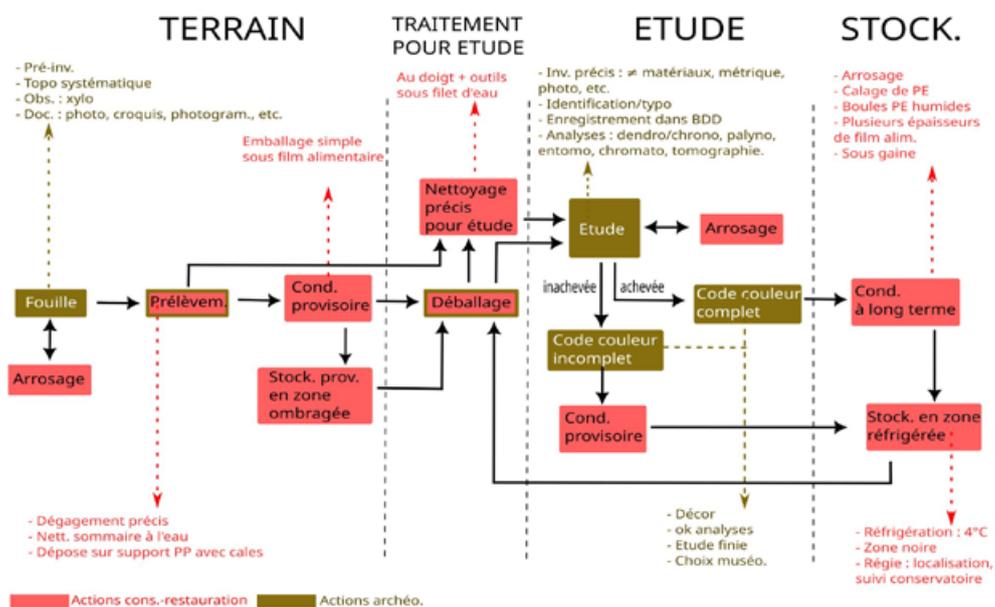
Emballage de l'ensemble dans plusieurs épaisseurs de film alimentaire pour conserver l'humidité

**Figure 27** Les différentes étapes de conditionnement d'un prélèvement. © S. Papaïan.

## Conclusions

### Bilan

Un équilibre plus que satisfaisant a été trouvé entre conservation et étude. Les actions des deux disciplines s'imbriquent naturellement dans une chaîne opératoire pensée spécifiquement pour la conservation et l'exploitation scientifique des bois à Chartres (**fig. 28**).



**Figure 28** Logigramme représentatif de la chaîne opératoire mise en place pour la conservation et l'étude du mobilier en bois gorgé d'eau du sanctuaire de Saint-Martin-au-Val. © DAO : M. Maqueda.

Les archéologues en charge d'études ont compris rapidement l'importance d'adopter une chaîne de conservation appropriée au mobilier qu'ils analysent, car de celle-ci dépendent les résultats de leurs observations. Ceux-ci n'auraient pu être obtenus avec du mobilier dégradé. Ce constat est particulièrement vrai pour le mobilier ultra-sensible, notamment les bois gorgés d'eau. Les tout premiers emballages réalisés en 2018 avaient conservé leur humidité après une année sans réfrigération, mais présentaient des moisissures accompagnées de mauvaises odeurs dues en partie à l'utilisation des linges en coton. Cette technique a, depuis, été bannie. Un traitement à l'alcool et une reprise des conditionnements permirent de venir à bout des dégradations. Globalement, tout au long de ces trois années, les états de conservation furent surveillés rigoureusement et les conditionnements questionnés et améliorés, si bien qu'aucune moisissure ni de perte d'eau ne sont plus constatées.

La présence d'un laboratoire de conservation-restauration équipé et doté de conservatrices-restauratrices au sein même de la structure contribua indiscutablement à faire face aux difficultés et au sentiment d'impuissance que peut engendrer ce type de découverte. Elle permit en outre de maîtriser les coûts par rapport à des interventions similaires réalisées par des prestataires extérieurs. Dans cette configuration, il fut possible de dialoguer et d'ajuster mutuellement les besoins respectifs : la conservatrice-restauratrice a ainsi pu sensibiliser et transmettre les principes de conservation; en retour, les archéologues – qui manipulent les objets tous les jours – ont pu faire part de leurs contraintes et des avancées dans la compréhension de l'ouvrage en bois.

À l'heure de la rédaction de ces lignes, les pièces de bois transférées au laboratoire ARC-Nucléart sont sur le point de revenir à Chartres, stabilisées et restaurées. Depuis leur départ en 2018, d'autres pièces tout aussi exceptionnelles ont été découvertes.

## Perspectives

La phase de terrain vient de s'achever. Les prochaines années vont être consacrées à la poursuite des différentes études avec pour horizons la réalisation d'une synthèse, une publication et la présentation au public, sous une forme qu'il reste à définir. Notons que, parallèlement à ces études, un travail a été amorcé avec un ornemaniste et un menuisier-charpentier afin de réaliser la réplique d'un caisson hexagonal à l'échelle 1:1. Ce travail devrait se poursuivre avec la réalisation d'une portion plus conséquente du plafond à caissons.

Si la conservation à court terme semble assurée, quelles stratégies seront privilégiées à plus long terme, une fois les diverses études terminées? Si tant est qu'elles se terminent un jour! Faut-il tout conserver? Faut-il sélectionner? Et selon quels critères? La question de la conservation sélective se pose pour tout matériel archéologique, mais ce matériau particulier qu'est le bois nous oblige à revoir nos modes opératoires, qui plus est quand l'œuvre/ouvrage qui nous est parvenu(e) est d'une telle qualité esthétique et technique. À l'instar de ce qui a été mis en place lors de la fouille, ces interrogations trouveront leurs réponses dans la continuité du dialogue engagé entre les différents protagonistes qui gravitent autour de ce projet (SRA, DRAC, RO, chargés d'études, spécialistes de la restauration, musées, etc.).

## Références bibliographiques

- Bazin B., Bouilly E., Drost V., Godin I., Héroüin S., Loiseau C., Louis A., Raux S., Rivière J., Simon J., Willerval S.** (2013), « Le complexe monumental suburbain et l'ensemble funéraire de Saint-Martin-au-Val (Chartres, Eure-et-Loir) : état de la recherche (2006-2011) », *Gallia - Archéologie de la France antique*, N° 70 (2), p. 91-195.
- Bazin B., Papaïan S., Willerval S.** (2018), *Le complexe cultuel gallo-romain de Saint-Martin-au-Val, rue des Bas Bourgs, place Saint-Brice, rue Saint-Martin-au-Val, Chartres (Eure-et-Loir-Centre). Rapport intermédiaire de fouilles archéologiques programmées. Site 033.28.085.0128. Prescription n° 16/0171 du 15 mars 2016. Dates d'intervention : 14/05/2018 au 27/07/2018. Programme 22 : lieux de culte et pratiques rituelles gallo-romaines*, Chartres, Ville de Chartres - direction de l'Archéologie, 401 p.
- Bazin B., Bouilly E., Papaïan S., Willerval S.** (2019), *Le complexe cultuel gallo-romain de Saint-Martin-au-Val, rue des Bas Bourgs, place Saint-Brice, rue Saint-Martin-au-Val, Chartres (Eure-et-Loir-Centre). Rapport triennal de fouilles archéologiques programmées. Site 033.28.085.0128. Prescription n° 16/0171 du 15 mars 2016. Dates d'intervention : 18/0/2017 au 07/07/2017. Programme 22 : lieux de culte et pratiques rituelles gallo-romaines*, Chartres, Ville de Chartres - direction de l'Archéologie, 434 p.
- Bazin B., Bouilly E., Papaïan S., Willerval S.** (2020), *Le complexe cultuel gallo-romain de Saint-Martin-au-Val. Rue des Bas Bourgs, place Saint-Brice, rue Saint-Martin-au-Val - Chartres (Eure-et-Loir - Centre-Val de Loire). Rapport triennal de fouilles archéologiques programmées 2016-2018. Site 033.28.085.0128. N° Patriarche 068495. Prescription n° 19/018 du 15 mars 2016. Dates : 20/05/2019 au 26/07/2019. Programme 22 : Lieux de cultes et pratiques rituelles gallo-romains*, Chartres, Ville de Chartres - direction de l'Archéologie, 289 p.
- Bazin B., Azzi C., Bouilly E., Papaïan S., Toriti M.** (2021), *Le complexe cultuel gallo-romain de Saint-Martin-au-Val. Rue des Bas Bourgs, place Saint-Brice, rue Saint-Martin-au-Val - Chartres (Eure-et-Loir - Centre-Val de Loire). Rapport triennal de fouilles archéologiques programmées 2016-2018. Site 033.28.085.0128. N° Patriarche 068495. Prescription n° 19/018 du 15 mars 2016. Dates d'intervention : 24/08/2020 au 9/10/2020. Programme 22 : Lieux de cultes et pratiques rituelles gallo-romains*, Chartres, Ville de Chartres - direction de l'Archéologie, 503 p.
- Bazin B., Azzi C., Bouilly E., Papaïan S., Toriti M.** (2022), *Le complexe cultuel gallo-romain de Saint-Martin-au-Val. Rue des Bas Bourgs, place Saint-Brice, rue Saint-Martin-au-Val - Chartres (Eure-et-Loir - Centre-Val de Loire). Rapport triennal de fouilles archéologiques programmées 2016-2018. Site 033.28.085.0128. N° Patriarche 068495. Prescription n° 19/018 du 15 mars 2016. Dates d'intervention : 31/05/2021 au 28/10/2021. Programme 22 : Lieux de cultes et pratiques rituelles gallo-romains*, Chartres, Ville de Chartres - direction de l'Archéologie, 520 p.
- Berducou M.-C.** (1990), « Introduction à la conservation archéologique », dans Berducou M.-C. (dir.) *La conservation en archéologie - Méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques*, Paris, Masson, p. 3-35.
- Boislève J., Dardenay A., Monier F.** (2018), « Un rare plafond en stuc d'époque romaine découvert à Entrains-sur-Nohain (Nièvre) », dans Boislève J. et al. 2018, *Peintures murales et stucs d'époque romaine. Etudes toichographologiques*, actes du 29<sup>e</sup> colloque de l'AFPMA, (Louvres, 18-19 novembre 2016), Bordeaux, Ausonius (coll. Pictor, 11), p. 101-124.
- Bouilly E.** (2022), « Le complexe cultuel de Saint-Martin-au-Val : état de la recherche sur la découverte exceptionnelle d'éléments de charpente et

d'un plafond à caissons en bois décorés », *Bulletin de la Société française d'archéologie classique* (2020-2021), *Revue archéologique*, Vol. 73, N° 1, p. 153-162.

**Camardo D., Notomista M.** (2015), « The roof and suspended ceiling of the marble room in the house of Telephus relief at Herculaneum », *Journal of archaeology*, Vol. 28, p. 39-70.

**Chaumat G., Tran K.Q., Helias F., Fierro-Mircovich S., Garrivier S., Bernard-Maugiron H., Froment K.** (2017), « Conservation-restauration du bois archéologique gorgé d'eau », *Techniques de l'ingénieur Bois et papiers*, N° 4250, V1, 20 p.

**Epicoco C., Viry D.** (2015), *État de conservation des habitats tourbeux d'intérêt communautaire : méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Rapport d'étude*. Version 1 – Mars 2015. Rapport SPN 2015-57, Paris, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle / Office national de l'eau et des milieux aquatiques, 76 p.

**Gratton L., Cyr D., Brousseau C.** (2013), *Les secrets des milieux tourbeux et la tourbière de Saint-Joachim-de-Shefford*, Québec, Les amis de la tourbière de Saint-Joachim-de-Shefford, 57 p.

**La Baume (de) S.** (1990), « Les matériaux organiques », dans Berducou M.-C. (dir.) *La conservation en archéologie - Méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques*, Paris, Masson, p. 222-270.

**Lemoine G., Pelé C.** (2013), « La conservation des bois gorgés d'eau imprégnés d'oxydes et de sulfures de fer : décisions et indécisions ... », dans

*Conservation-restauration en archéologie. Théorie et/ou pratique : rêve ou réalité et Conservation et archéologie préventives*, actes des XXVI<sup>es</sup> et XXVII<sup>es</sup> Journées des restaurateurs en archéologie, (ARC-Nucléart, Grenoble, 22-23 octobre 2012; CREAM, Vienne, 17-18 octobre 2013), Paris, ARAAFU, (coll. CRBC-Cahiers techniques, 21), p. 52-54.

**Loiseau C.** (2009), *Le métal dans l'architecture publique de l'ouest de la Gaule - Approches méthodologiques, techniques de construction et structures de production (I<sup>er</sup>-III<sup>e</sup> siècles après J.-C.)*, thèse de doctorat en histoire, Le Mans, université du Maine, présentée et soutenue le 26 juin 2009, 2 vol., 284 p.

**Lotz H.** (2020), *Mécanismes de corrosion du fer en milieu anoxique : caractérisation multi-échelle des propriétés physico-électrochimiques des couches de produits de corrosion*, [en ligne] thèse de doctorat en chimie des matériaux, Paris, université Paris-Saclay, présentée et soutenue le 03 décembre 2020, 213 p. Disponible sur : <[https://theses.hal.science/tel-03118325/file/93923\\_LOTZ\\_2020\\_archivage.pdf](https://theses.hal.science/tel-03118325/file/93923_LOTZ_2020_archivage.pdf)>, (consulté le 26/12/2022).

**Rivard Y.** (2016), « L'art du Shu-Sugi-Ban, vous connaissez ? » [en ligne], *Surface*, N° 14, juillet-août-septembre 2016, p. 10-15. Disponible sur : <<https://maisonsaine.ca/uploads/2017/03/shou-sugi-ban.pdf>>, (consulté le 23/12/2022).

**William D. D., Hynes H.B.N.** (1974), « The occurrence of benthos deep in the substratum of the stream », *Freshwater Biology*, Vol. 4, p. 233-256.

## Les auteurs

**Emmanuel Bouilly** Archéologue, [emmanuel.bouilly@agglo-ville.chartres.fr](mailto:emmanuel.bouilly@agglo-ville.chartres.fr)

**Marjorie Maqueda** Conservatrice-restauratrice de biens archéologiques mobiliers, [marjorie.maqueda@agglo-ville.chartres.fr](mailto:marjorie.maqueda@agglo-ville.chartres.fr)

**Sonia Papaïan** Archéologue, [sonia.papaian@agglo-ville.chartres.fr](mailto:sonia.papaian@agglo-ville.chartres.fr)

Direction de l'archéologie de Chartres métropole, Abbayes Saint-Brice, 2 rue Georges Brassens, 28000 Chartres.

# LA SELLE MÉDIÉVALE DE SENONCHES (EURE-ET-LOIR) : DE LA DÉCOUVERTE À LA RECONSTITUTION

ÉMILIE FENCKE, ADELINÉ DUMONT

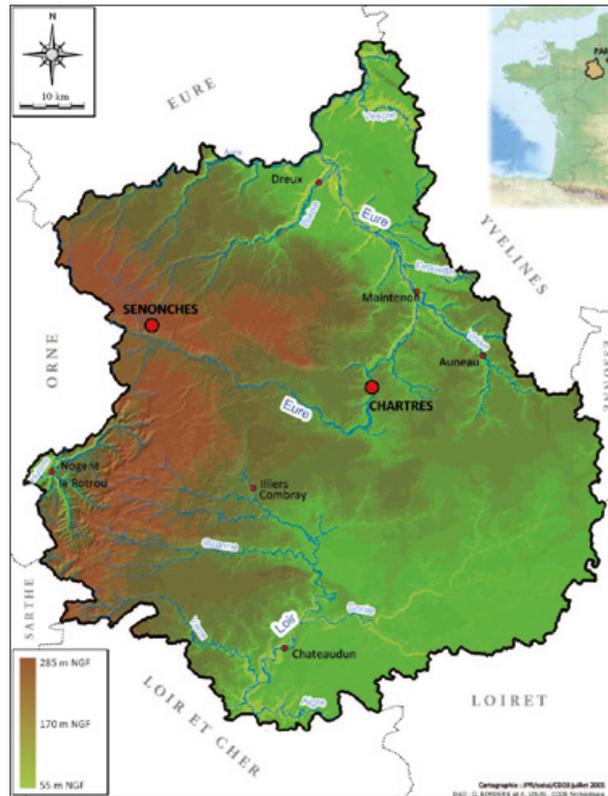
**Résumé** En 2006, une fouille préventive dans la cour du château de Senonches (Eure-et-Loir, Centre - Val de Loire) a mis au jour les restes d'une selle de combat, stylistiquement attribuable à la seconde moitié du XIV<sup>e</sup> siècle. Entrepris en vue d'une exposition, un long travail de restauration et de documentation, associant divers spécialistes, a permis d'identifier l'ensemble des matériaux composant cet objet et de restituer le positionnement des différents éléments. Cette selle médiévale constitue à ce jour l'exemplaire le plus complet découvert en France. Afin de rendre l'objet compréhensible pour le plus grand nombre, une reproduction a été réalisée, utilisant des matériaux identiques à ceux identifiés sur l'original et utilisable dans le cadre expérimental. Ce projet pluridisciplinaire offre ainsi pour la première fois l'opportunité aux spécialistes de l'équipement équestre médiéval de confronter les sources écrites et iconographiques à un objet « archéologiquement complet » et à sa reproduction fonctionnelle.

**Mots-clés** selle médiévale, objet composite, restauration, reconstitution.

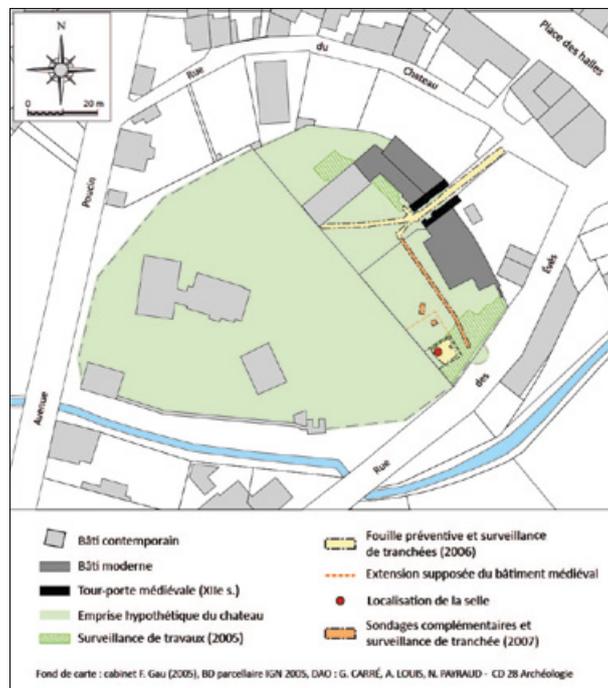
La restauration et la reconstitution d'une selle de combat médiévale présentées dans le présent article sont nées d'un projet de valorisation. Ce dernier est le fruit d'un long et fructueux travail de collaboration entre archéologues, restaurateur, historiens et expérimentateurs, enrichi par les approches et expériences des uns et des autres.

## Contexte de la découverte

Préalablement à la reconversion du château d'origine médiévale de Senonches (Eure-et-Loir, Centre - Val de Loire; **fig. 1**) en château-musée « Forêt d'Histoires », consacré à la valorisation de la forêt domaniale de Senonches, une série d'interventions archéologiques a eu lieu entre 2005 et 2009 (**fig. 2**).



**Figure 1** Localisation de la ville de Senonches en France et en Eure-et-Loir.



**Figure 2** Plan des observations archéologiques réalisées sur le château entre 2005 et 2009.

Ces opérations ont fourni de nouvelles données sur l'histoire du château et ses évolutions entre le  $\text{XI}^{\text{e}}$  et le  $\text{XVI}^{\text{e}}$  siècle : elles ont notamment permis de mettre en évidence un talus

d'enceinte du XI<sup>e</sup> siècle identifié sous la cour et le corps de logis, une possible motte castrale primitive, une zone livrant de la céramique du XIV<sup>e</sup> siècle dans la cour d'honneur ainsi qu'une aire rubéfiée, avec des scories, datée du XV<sup>e</sup> siècle ou du début du XVI<sup>e</sup> siècle, témoignant de la présence d'activités artisanales sur le site castral. L'opération de 2005 a également identifié, dans l'angle sud-est de la cour, un bâtiment semi-enterré sur lequel une fouille complémentaire a été prescrite. En 2008 et 2009, une étude du bâti couplée à des sondages a mis en évidence différentes phases de l'histoire du lieu : le château des seigneurs de Châteauneuf, puis d'Alençon (XI<sup>e</sup>-XVI<sup>e</sup> s.), le château moderne, marqué par la construction du logis actuel (construit au début du XVI<sup>e</sup> siècle), puis les remaniements sous les Bourbons-Condé; enfin, au niveau de la tour-porte, peu remaniée depuis le XIII<sup>e</sup> siècle, les archéologues ont détecté des maçonneries suggérant l'existence, dès cette période, d'un pont pour franchir le fossé; l'ancienne courtine et quelques éléments de rempart ont ainsi pu être observés.

Outre la surveillance de l'ouverture d'une tranchée traversant la cour, la tour-porte et la rampe d'accès du château sur une longueur de 56 m, l'objectif principal de la fouille prescrite à l'issue du sauvetage urgent de 2005 était l'étude exhaustive de la pièce semi-enterrée, identifiée dans l'angle sud-est de la cour du château, située à l'emplacement d'un futur escalier monumental qui allait donc générer sa destruction. Réalisée en 2006 sous la direction scientifique de G. Carré<sup>1</sup> (Carré, 2008), cette intervention a occasionné la découverte des restes d'une selle de combat médiévale (fig. 3).



**Figure 3** Vue de la pièce semi-enterrée, après fouille, avec localisation approximative de la selle lors de sa découverte et détail de la selle en cours de dégagement.

© Gaël Carré, CD 28-Archéologie.

<sup>1</sup> Service Archéologie préventive – Conseil départemental d'Eure-et-Loir.

La pièce semi-enterrée dont ils proviennent est interprétée comme un espace utilitaire, de type cellier, remise ou atelier, possédant d'épais murs incitant à restituer un étage au bâtiment. Cet espace est condamné par des remblais massifs qui livrent un mobilier varié comprenant, outre les vestiges de la selle, un lot céramique dominé par des productions à pâte blanche caractéristiques des xv<sup>e</sup>-xvi<sup>e</sup> siècles, de nombreux restes de faune et des scories, dont les quantités suggèrent la proximité d'une aire d'artisanat métallurgique dans ce secteur de la cour du château.

## **Genèse du projet de restauration et de reconstitution**

En 2014, la restauration de la selle a été entreprise en vue d'une exposition pilotée par le Service départemental d'archéologie d'Eure-et-Loir, en collaboration avec les Archives départementales.

Or, au cours des interventions de restauration, les incertitudes liées à l'identification et au positionnement des différentes pièces composant l'objet étaient trop nombreuses pour envisager d'arrêter définitivement la disposition des différents éléments pour une présentation au public. De plus, la datation même de l'objet posait question : si elle provient de remblais de la fin du xv<sup>e</sup>-début xvi<sup>e</sup> siècle, certains traits stylistiques suggéraient une datation plus précoce.

La liste d'échanges de l'ANACT nous a permis d'entrer en contact avec plusieurs spécialistes de l'équipement équestre médiéval qui ont largement contribué à sa compréhension, à son interprétation et à sa restitution au public : Adeline Dumont, de la société Les Rênes de l'Histoire (spécialisée dans la reconstitution historique), et Marina Viallon, historienne médiéviste spécialiste en armes et armures et en équipement équestre ancien.

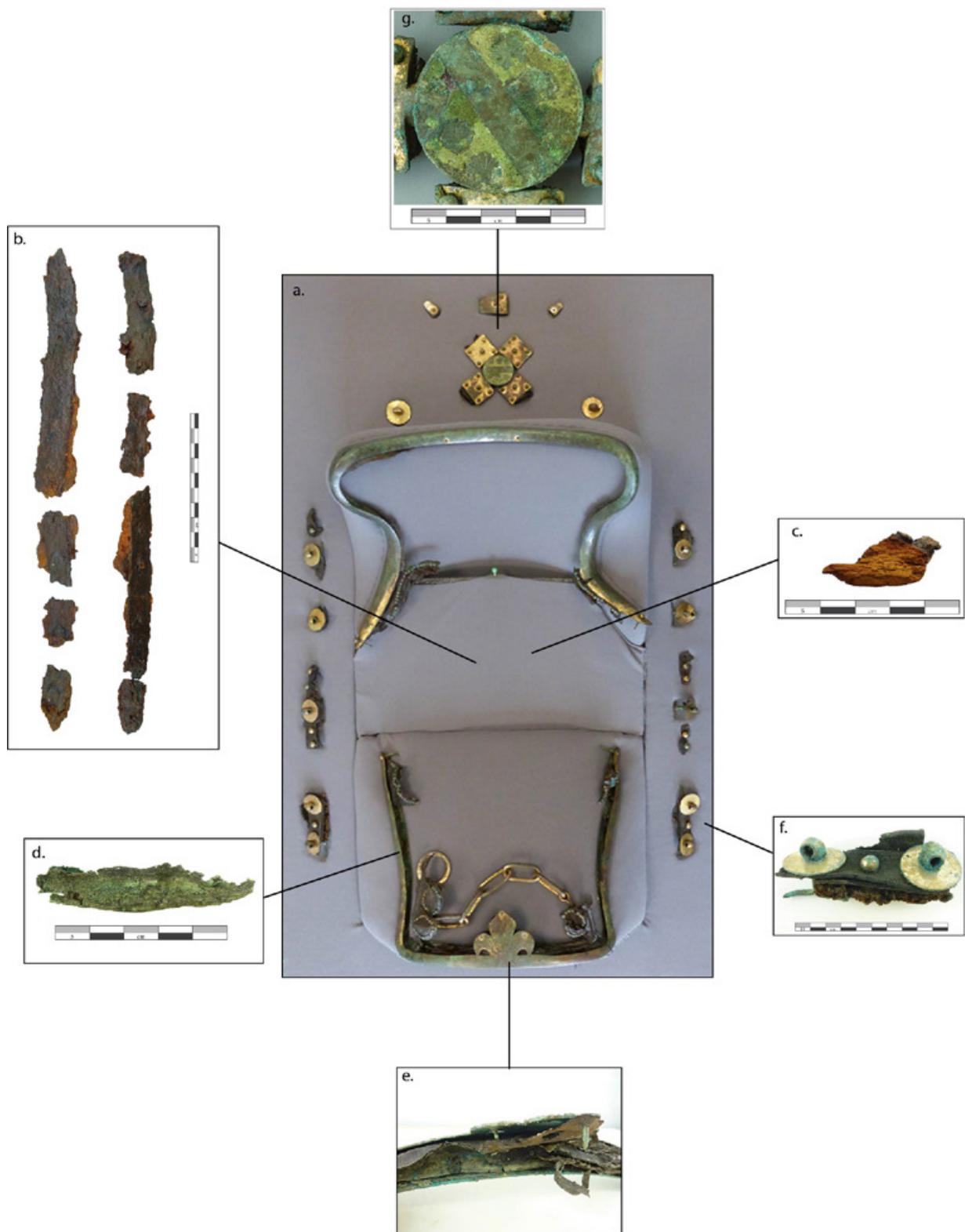
Dans la perspective de ce projet de valorisation, un long travail d'analyses, de recherches documentaires et de restauration, associant divers spécialistes (archéologues, historiens, restaurateur, anthracologue), a été donc entrepris. Il visait tout d'abord à identifier l'ensemble des matériaux constituant cet objet composite pour en assurer la restauration puis, dans un second temps, à retrouver le positionnement des différents éléments afin de pouvoir restituer la forme et la typologie de l'objet en vue de sa présentation au public.

## **L'identification des matériaux et des techniques de mise en œuvre**

L'identification des matériaux d'origine composant la selle s'est fondée principalement sur le constat d'état dressé par Frédéric Masse, restaurateur indépendant, lors de l'arrivée de l'objet au laboratoire, puis sur ses observations au cours des travaux de nettoyage et de consolidation, complétées par celles des historiens (Marina Viallon) et spécialistes de l'équipement équestre (Adeline Dumont, Mathilde Waroude).

## Les métaux

### *Les alliages cuivreux*



**Figure 4** Matériaux identifiés sur la selle : a) alliages cuivreux; b) fer; c) hêtre; d) lin; e) cuir fin; f) cuir épais; g) médaillon de croupière. © Frédéric Masse.

Ils sont utilisés pour toutes les parties visibles de l'objet (**fig. 4a**) : pommeau (avant de la selle), troussequin (arrière de la selle), chaîne, anneau, sanglons, clous à tête ronde de différentes tailles, vervelles. Les alliages cuivreux sont intégralement recouverts de dorure au mercure. Cette technique, apparue dans le monde occidental à l'époque romaine et caractérisée par l'aspect brillant qu'elle confère à l'objet, a été utilisée jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle sur de nombreux objets de prestige, dont peu font l'objet d'analyses poussées (Aucouturier, 2003). Elle est également attestée par plusieurs sources médiévales et modernes, notamment dans le *Traité des divers arts* du moine Théophile (Moine Théophile, 1980, tome III, chap.37; premier quart du XII<sup>e</sup> siècle) et dans le *Traité de l'orfèvrerie* de Benvenuto Cellini (Cellini, 1847, chap. 14; XVI<sup>e</sup> siècle).

### *Le fer*

Ce matériau est utilisé uniquement pour les éléments fonctionnels, non visibles, que sont les ferrures de l'arçon, destinées à le renforcer (**fig. 4b**).

## Les matériaux organiques secs

### *Le hêtre commun (Fagus sylvatica)*

Un fragment de cette essence (**fig. 4c**), conservé par la corrosion au contact du métal, a été identifié par le Laboratoire d'anthracologie du CREAAH et de l'université de Rennes I (identification réalisée par N. Marcoux). Le hêtre, utilisée pour l'arçon, était particulièrement prisé pour sa densité et sa légèreté, comme l'attestent plusieurs sources écrites médiévales, notamment des règlements de corporation (Prévôt, Ribémont, 1994, p. 138).

### *Le lin (Linum usitatissimum)*

Du tissu, identifié comme étant en lin (**fig. 4d**), recouvrait les faces externes du pommeau et du troussequin ainsi que l'habillage du rembourrage de l'assise rehaussée. Seuls quelques fragments ont été conservés à la faveur de la corrosion du métal contre lequel ils étaient fixés. La finesse de l'étoffe, comptant dix-neuf fils de trame au centimètre, s'accorde avec la richesse des autres matériaux employés dans la confection de la selle.

### *Les cuirs*

L'utilisation conjointe de deux types distincts de cuir a pu être mise en évidence sur l'artefact original; l'un, fin (**fig. 4e**), pour l'habillage de l'assise rehaussée et les faces internes de l'arçon, et l'autre, plus épais (**fig. 4f**), doublé, pour les quartiers et les sangles, ces dernières étant très sollicitées lors des assauts. Le cuir fin pourrait correspondre à du capriné et celui plus épais à du bovidé, mais aucune analyse ne permet de confirmer ces hypothèses.

## La croupière

La croupière, qui correspond à la partie arrière des courroies enserrant le cheval, est constituée d'une pièce circulaire en alliage cuivreux qui enchâsse un médaillon en pâte de verre (**fig. 4g**), originellement rouge.

### Les techniques de mise en œuvre et les indices sur le contexte d'abandon

Outre l'identification des divers matériaux constituant la selle, ces observations fines ont également permis de reconnaître des indices sur les techniques de mise en œuvre utilisées pour la confection de la selle. Au revers de l'une des vervelles, on identifie notamment des traces de couture, sous la forme de points en losange (**fig. 5**), attestant de l'utilisation du point sellier, technique connue depuis l'Antiquité et encore en usage aujourd'hui, soulignant ainsi la permanence des techniques dans le domaine de la sellerie. D'autres éléments témoignent de sa récupération partielle. Autour du médaillon de la croupière, quatre départs de sangles portent ainsi des stigmates d'un sectionnement volontaire, sans doute à des fins de réemploi (**fig. 6**).

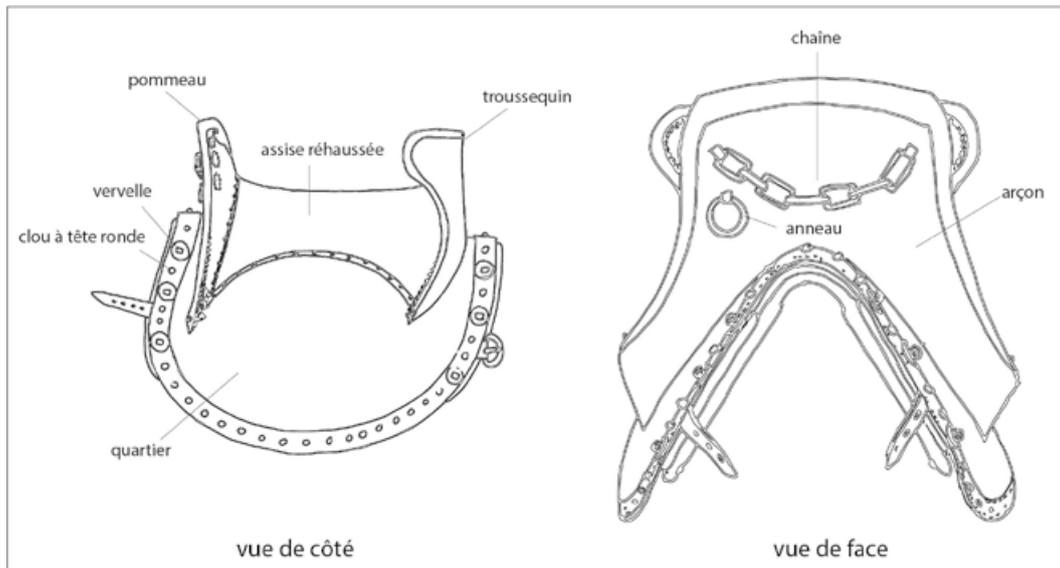


**Figure 5** Détail des traces de couture (point en losange) au revers d'une vervelle.  
© Frédéric Masse.



**Figure 6** Vue du revers de la croupière, avec traces de découpe des sangles.  
© Frédéric Masse.

## La typologie de la selle et son répertoire décoratif



**Figure 7** Croquis interprétatif de la selle. © Marina Viallon, musée de l'Armée.

Parallèlement au traitement de restauration, des recherches croisant les différentes sources historiques ont permis de préciser la typo-chronologie de cet objet et d'en proposer un croquis interprétatif (fig. 7), notamment grâce aux nombreuses représentations de selle figurant sur les enluminures accompagnant les textes médiévaux (fig. 8 et 9), ainsi que sur quelques rares sculptures (fig. 10). Ces illustrations sont cependant fréquemment victimes de déformations et de biais, liés aux modes de représentations et aux objectifs des commanditaires, et doivent donc être exploitées avec prudence à des fins documentaires.



**Figure 8** Codex de Willehelm, miniature sur manuscrit (vers 1334). Allemagne, Universität Kassel.

© <http://orka.bibliothek.uni-kassel.de/viewer/fullscreen/1300457892891/13/>



**Figure 9** Enluminure extraite du *Roman de Tristan* (1320-1330), (Ms Français 755, folio 19v)  
© Bibliothèque nationale de France. Disponible sur : <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b52503108b/f44>> (consulté le 2 avril 2023).



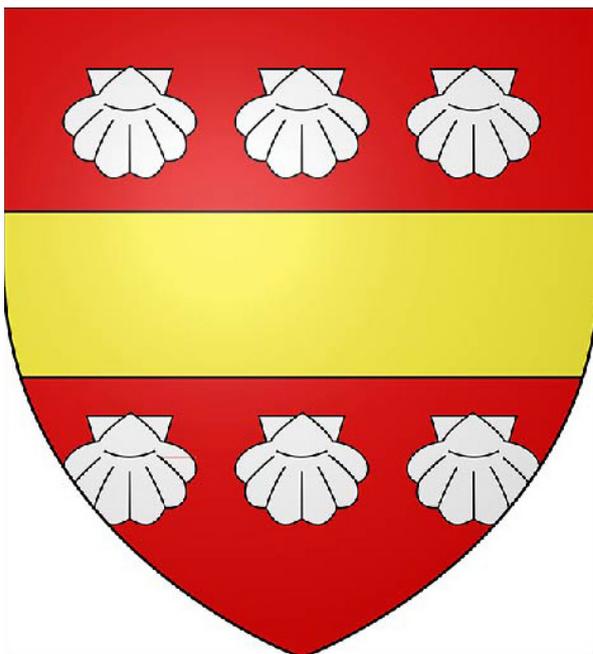
**Figure 10** Cangrande, statue équestre (vers 1340), musée de Castelvecchio, Verone.  
© Giovanni di Rigino.

Stylistiquement attribuable au milieu du  $xiv^e$  siècle, notamment en raison de la forme et de la hauteur du pommeau et du troussequin, l'exemplaire de Senonches se rattache à la catégorie des selles de combat de luxe, utilisées aussi bien pour la guerre que pour le tournoi. Sur ce type de selle, le pommeau et le troussequin possèdent tous deux une certaine hauteur, de façon à maintenir le cavalier, à lui assurer une bonne assise et faciliter le maniement de l'épée et de la lance. Le troussequin, élargi, forme des sortes d'oreilles protégeant les hanches du cavalier et réduisant les risques de chute latérale.

Le répertoire décoratif présent sur la selle contribue également à enrichir la réflexion concernant son statut et, implicitement, celui de son propriétaire. L'intérieur du pommeau est notamment décoré d'un motif de fleur de lys aux lobes très épatés, disposé « tête en bas » (fig. 11). Si la fleur de lys est un élément décoratif très à la mode à cette période, en France comme en Italie, l'appartenance des seigneurs de Senonches à la famille d'Alençon, elle-même issue de la famille royale, pourrait également expliquer sa présence.



**Figure 11** Vue de détail de la fleur de lys décorant l'intérieur du pommeau.  
© Frédérick Masse.



**Figure 12** Blason des seigneurs de Morhier.  
© [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blason\\_ville\\_fr\\_Villiers-le-Morhier\\_\(Eure-et-Loir\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blason_ville_fr_Villiers-le-Morhier_(Eure-et-Loir).svg)

Le motif décorant le médaillon de la croupière, qui figure un blason de gueules à la bande d'or (en laiton), accompagnée de six coquilles de même (en alliage cuivreux), trois en chef et trois en pointe, présente des similitudes avec le blason de la famille Morhier (**fig. 12**), seigneurs de Villiers-le-Morhier<sup>2</sup>, sans doute depuis le milieu du XII<sup>e</sup> siècle. Si aucun lien de parenté direct n'a pu être retrouvé dans les généalogies des deux seigneuries, l'hypothèse d'une prise de guerre ou d'un cadeau peut être émise avec prudence.

Enfin, les bords du cuir habillant l'arçon sont décorés de petits clous ouvragés à tête ronde : ils dessinent des cercles de part et d'autre de la fleur de lys, une série de triangles en partie centrale du troussequin et une ligne simple sur le reste du contour. La bordure des quartiers est décorée d'une alternance de clous à tête ronde et de vervelles. Ces cylindres creux servaient à attacher la houssure textile du cheval, dont le maintien était assuré par le passage d'une lanière, en cuir ou en tissu.

L'interprétation fonctionnelle de certains éléments reste cependant énigmatique. Ainsi, la chaîne, suspendue à l'avant du pommeau, pourrait avoir fait office de poignée, ce que les expérimentations semblent contredire. À l'une de ses extrémités est fixé un anneau mobile traversant l'arçon et visible sur la face avant du pommeau, à droite, dont on ignore l'usage : s'agit-il d'un système destiné à la suspension d'un étendard, d'une arme ou des rênes ? Rien ne permet de trancher avec certitude en faveur de l'une ou l'autre de ces hypothèses interprétatives.

## Les traitements de restauration

Outre l'identification des différents matériaux composant l'objet, le constat d'état dressé lors son arrivée au laboratoire a mis en évidence une corrosion généralisée et hétérogène, ainsi que la présence de dorure sur l'ensemble de la surface visible de l'objet.

À l'issue de ce constat d'état, l'ensemble des matériaux identifiés sur l'artefact original a fait l'objet d'un minutieux travail de restauration effectué par Frederick Masse, restaurateur indépendant au laboratoire de restauration de Compiègne (Masse, 2017). Chaque fragment a bénéficié d'un traitement spécifique tenant compte de sa nature (simple ou composite) et de son état de conservation. Les interventions de restauration, depuis le constat d'état jusqu'au soclage, se sont déroulées sur plus de deux ans, de février 2014 à juin 2016.

Les quelques restes organiques conservés, prisonniers de la corrosion, ont été traités en priorité : après un nettoyage mécanique sous loupe binoculaire à l'aide d'un scalpel, d'un pinceau souple et de cotons-tiges imprégnés d'une solution d'éthanol et d'eau à 50 %, ils ont été consolidés à l'aide d'une résine acrylique réversible (Paraloïd B72 dilué à 5 % dans l'éthanol) appliquée par infiltration/imprégnation (**fig. 13**). La protection temporaire des éléments organiques pendant les traitements a été réalisée avec du cyclododécane appliqué à une température de 65 °C. L'élément en pâte de verre, sur lequel des traces de pigment rouge ont pu être observées en cours de traitement, a fait l'objet d'un nettoyage minutieux au scalpel, avant d'être consolidé.

<sup>2</sup> Commune d'Eure-et-Loir située à environ 40 km à l'est de Senonches.



**Figure 13** Fragment de cuir à décor clouté à différents stades de traitement : avant et après nettoyage, puis après application de la résine.  
© Frédérick Masse.



**Figure 14** Nettoyage au scalpel, sous loupe binoculaire, du revers de la croupière.  
© Frédérick Masse.

Le nettoyage mécanique des parties métalliques a ensuite permis au restaurateur de faire disparaître les dépôts de sédiments présents à la surface de l'objet, puis, à l'aide d'un scalpel sous loupe binoculaire, d'éliminer la couche de corrosion superficielle (**fig. 14**). Ce travail a été ponctuellement complété par un micro-meulage avec des meulettes diamantées et par un micro-sablage, réalisé avec des microbilles de verre de diamètre de 50 µm, aux endroits où l'objet était suffisamment solide et où la couche de corrosion était importante. Des traitements chimiques ont ensuite été réalisés sur les parties trop fragiles pour subir les vibrations ou la pression

du scalpel : les concrétions ont été ramollies à l'aide de complexants adaptés aux produits de corrosion des alliages cuivreux puis éliminées au scalpel ou à la meulette.

Ponctuellement, des consolidations par imprégnation de résine acrylique (Paraloïd B72 dilué à 10 et 20 % dans l'acétone) et des remontages de certains éléments en fer ont été réalisés, après leur stabilisation, à l'aide de résines réversibles. Enfin, les différents fragments ont été séchés à l'étuve à une température de 50 °C avant d'être protégés par imprégnation d'une

résine acrylique (Paraloïd B72 dilué à 10 % dans l'éthanol) et par l'application d'une cire micro cristalline en solution diluée à 10 % dans du white spirit, puis lustrés après séchage; les parties métalliques en alliage cuivreux ont également reçu un vernis avec inhibiteur de corrosion (benzotriazole).

Le soclage des différents éléments restaurés a également fait l'objet de nombreux échanges entre les différents intervenants du projet. Basé sur le schéma interprétatif proposé par Marina Viallon, il a pris le parti de les repositionner à leur emplacement supposé, l'arçon et le troussequin légèrement surélevés, mais sans tenter de restituer la volumétrie originelle de l'objet, afin d'assurer un maintien optimal des différentes parties et de réduire les risques de dommage lors des déplacements de l'objet. Le support a été réalisé sur mesure en mousse polypropylène, toile, résine époxy et métal sur une base de bois peint avec une résine époxy.

## La reconstitution

### La genèse du projet de reconstitution

Compte-tenu du caractère fragmentaire de l'artefact original et afin de le rendre « intelligible » pour le plus grand nombre, l'idée de proposer une reproduction fonctionnelle de la selle s'est peu à peu imposée. Sa réalisation a été confiée à la société Les Rênes de l'Histoire et supervisée par Adeline Dumont. Entreprise à des fins expérimentales, cette initiative inédite a reçu le soutien financier de la DRAC-Centre-Val de Loire par l'octroi d'une subvention d'un montant de 4 700 €.

L'objet original est, à ce jour, unique en Europe de l'Ouest pour la période concernée (milieu du XIV<sup>e</sup> siècle) de par son état de conservation, le nombre et l'importance des pièces parvenues jusqu'à nous et constitue ainsi un formidable support pour les recherches, qui se poursuivent encore aujourd'hui.

Le département d'Eure-et-Loir a missionné Les Rênes de l'Histoire pour étudier ces vestiges archéologiques, leur redonner un sens, une âme et une cohérence. La réalisation d'une restitution fonctionnelle de la selle était également une occasion de mettre en œuvre une copie des pièces archéologiques et des propositions de reconstitution des éléments manquants. La possibilité d'utilisation de cette selle est aussi un moyen de confirmer ou d'infirmer des théories qui ont émergé au cours des recherches et de pouvoir montrer à tous, archéologues, historiens, spécialistes ou grand public, la selle reconstituée dans l'espace d'exposition mais aussi dehors, en mouvement, sur un cheval, avec un cavalier. La démarche d'archéologie expérimentale prend alors tout son sens et peut également procurer un formidable outil pédagogique sur ce qu'est la recherche et comment elle se pratique.

### La démarche de reconstitution

La démarche de recherche puis de reconstitution est nécessairement rigoureuse. Nous n'avons, dans les faits, que très peu d'indications et aucune description précise sur la forme et la structure des selles médiévales. Pour toute la période médiévale, les textes ne sont vraiment pas bavards à ce sujet. Nous trouvons, dans des règlements de corporation, des indications sur la nature du bois, la qualité des matériaux, mais pas de descriptions; dans les carnets de commande des noms de types de selle (« à la mode d'Allemagne » ou « pour un coursier », par exemple) et des descriptions des ornements souhaités : couleurs, types

de cuir ou de tissus, emplois de perles, d'ivoire ou autres incrustations précieuses, dessins des ornements... Aucune description ne figure non plus dans les romans ou chroniques. Avec les sources écrites, nous partons donc avec une idée très vague de l'aspect de cette selle. Les sources archéologiques, nous l'avons déjà effleuré, sont plus que fragmentaires, pour toute la période médiévale : quelques fragments épars, essentiellement de cuir ou de pendeloques et autres grelots de métal. Rien qui ne permette de se faire une idée bien précise d'un type de selle en particulier et, encore moins, sur une période donnée.

Restent donc les sources iconographiques (sculptures, bas-reliefs, dessins, fresques, enluminures), à partir desquelles nos recherches vont principalement être menées. Ce sont des sources abondantes, particulièrement les enluminures, mais délicates à interpréter et à utiliser. La démarche spécifique mérite d'être précisée. Ces sources sont imprécises : ce qui est représenté, comme sur beaucoup de représentations médiévales, a le plus souvent une valeur symbolique, une vocation à transmettre des messages. Par conséquent, il faut être attentif à ceux-ci. Tel ou tel détail n'est-il pas ainsi parce qu'il est censé représenter telle ou telle idée ? Il faut écarter d'emblée toute source douteuse ou dont l'interprétation peut être incertaine. Dans le cas des statues et bas-reliefs principalement, il faut se méfier des restaurations qui ont pu intervenir dans les périodes postérieures. Un certain nombre de sculptures ont été « restaurées » au XIX<sup>e</sup> siècle, avec les « corrections » possibles que nous connaissons. Ces « restaurations » ont hélas aussi eu lieu sur quelques-unes des rares pièces archéologiques connues : c'est notamment le cas de la selle funéraire d'Henri V d'Angleterre, suspendue au plafond de l'abbaye de Westminster depuis 1422, qui a subi dans les années 1970 plusieurs interventions destinées à retirer des éléments jugés alors inesthétiques. Ensuite, il faut multiplier les sources : utiliser quinze enluminures provenant toutes du même document n'est pas pertinent. Dans notre cas, ces enluminures sont la source la plus fréquente. Il convient donc de croiser ce que nous savons de notre selle (date d'enfouissement probable, forme des pièces découvertes...) avec le maximum d'illustrations disponibles. Ce sont donc plusieurs milliers d'images qui ont été traitées, en retenant toutes les enluminures dont les détails pouvaient correspondre à nos informations de référence, ce qui a permis d'affiner les hypothèses concernant l'apparence de la selle. Les enluminures retenues dans le cadre de notre étude sont au nombre de 346, provenant d'environ 70 à 80 ouvrages différents. L'élément le plus important est la confirmation de la nature de la selle. Les croisements iconographiques ne laissent pas de doute : il s'agit d'une selle de guerre et/ou de tournoi, dont l'esthétique correspond aux représentations datant du milieu du XIV<sup>e</sup> siècle (**fig. 15**).



**Figure 15** *Roman d'Alexandre*, vers, 1338-1342, Bodleian Library, MS 264, fol 95 v. © Bodleian Libraries, university of Oxford, CC-BY-NC 4.0. Disponible sur Bodleian Library MS. Bodl. 264 (ox.ac.uk).

Une selle médiévale se compose en général de différentes parties : un arçon de bois composé de deux patins, d'un pommeau et d'un troussequin, sculptés ou non dans la même pièce de bois; un cerclage métallique, sur le pommeau et sur le troussequin; des parties en cuir et en tissu qui couvrent l'arçon; des boucles et vervelles en différents métaux; une sangle permettant de fixer la selle sur le cheval.

Nous avons deux types de pièces : les pièces archéologiques complètes ou parfaitement lisibles, que nous pouvions reproduire à l'identique (les pièces métalliques, les lambeaux de cuir et de tissus), et les pièces totalement absentes, qu'il faudra tenter de reconstituer (les parties en bois, la sangle).

Le nombre important d'éléments mis au jour rendait relativement aisé de retrouver la disposition de la plupart d'entre eux.

Pour la reconstitution, nous devons nous entourer d'artisans professionnels de haut niveau, pratiquant la reconstitution, et ayant conscience des impératifs de la mission :

- travail du cuir et montage : Mathilde Waroude, Atelier Cuir Fil et Couleur, sellière spécialisée dans la reproduction de pièces historiques et dans l'archéologie expérimentale;
- orfèvrerie : Steeve Mauclert, Ars fabra;
- forge des pièces en alliage de cuivre : Jean-Marc Gillet;
- forge des pièces de fer, Eric Haehne, La Forge Malvesienne;
- fabrication de l'arçon : M. Bertrand;
- tissage et fabrication de la sangle : Maxime Rocq (†).

## Les étapes de la reconstitution

### Les cerclages

Les cerclages, un pour le pommeau et un pour le troussequin, pièces les plus imposantes de l'ensemble archéologique, sont conservés dans leur quasi intégralité, ce qui nous donne des informations absolument uniques sur leur forme et leur taille (fig. 16 et 17). Le pommeau comporte une fleur de lys inversée à l'intérieur de l'arçon, dont l'emplacement par rapport au cavalier pourrait laisser penser qu'elle est là pour limiter les effets du frottement des boucles de ceinture sur la selle



**Figure 16** Eric Haehne au travail à La Forge Malvesienne.  
© Mathilde Waroude.



**Figure 17** Cerclage installé sur l'arçon.  
© Les Rênes de l'Histoire.

L'ensemble est en alliage cuivreux martelé, doré à l'or avec la technique au mercure. Le tout est à l'origine mis en forme directement sur l'arçon. Ici, nous reconstituerons à l'inverse : le bois ayant disparu, les dimensions et les courbures miraculeusement préservées des pièces de cerclage permettent de retrouver les mesures exactes pour restituer l'arçon. Ces cerclages

étaient fixés sur l'arçon par des clous/rivets en partie basse. Les pièces ont donc simplement été reproduites à l'identique en alliage cuivreux. La dorure n'a en revanche pas été reproduite, pour une question financière, mais aussi au regard de la dangerosité de la technique au mercure, qui n'est aujourd'hui plus pratiquée par les artisans.

### L'arçon

L'arçon est l'âme d'une selle, la pièce du bois qui supporte la plupart des pressions et qui lui donne sa forme générale. Dans le matériel archéologique dont nous disposons, il ne reste aucun morceau de bois conséquent, seuls quelques fragments, certains coincés dans les cerclages ou sur les clous, ont été préservés. L'analyse anthracologique ayant permis d'identifier du hêtre, c'est cette même essence qui a été choisie pour la reconstitution. Comme vu précédemment, les formes du pommeau et du troussequin ne posaient pas de problème. Pour les patins reposant sur le dos du cheval, totalement manquants sur la pièce archéologique et dont les sources iconographiques ne disent rien, nous avons fait le choix de proposer des pièces de bois indépendantes, fixées aux pommeau et troussequin par un système de chevilles et de colle de poisson, conformément aux informations dont nous disposons grâce à quelques pièces archéologiques partielles datant du xv<sup>e</sup> siècle. L'arçon a été réalisé selon les techniques anciennes, au ciseau à bois (fig. 18 et 19).



**Figure 18** Pommeau de la selle avant finitions.  
© Mathilde Waroude.



**Figure 19** Arçon terminé.  
© Les Rênes de l'Histoire.

### La couverture de l'arçon

Grâce aux sources écrites, nous savons que les arçons de selle de qualité étaient le plus souvent couverts de cuir et tissu. Dans le cas de la selle de Senonches, il restait, coincées dans les cerclages (fig. 20), de petites pièces de cuir et de tissu, parfois cloutées. Ces éléments étaient en quantité suffisante pour reconstituer la répartition et l'emplacement des différents éléments (fig. 20).



**Figure 20** Restes de cuir et de tissu enchâssés dans le cerclage du pommeau. © Les Rênes de l'Histoire.

Le côté extérieur de l'arçon était couvert de tissu : une toile de lin, très fine, avec une trame comptant 19 à 21 fils de trame au centimètre. Il nous a donc fallu retrouver un tissu de lin de cette grande qualité et fait à la main. L'intérieur de l'arçon était, quant à lui, couvert de cuir fixé très nettement sous les cerclages par-dessus le tissu (les deux se rejoignent juste sous le cerclage). Le cuir était fixé, en plus de la colle de peau, par des rivets eux aussi dorés, disposés en motifs.



**Figure 21** Vestige de cuir clouté avec traces de coutures. © Les Rênes de l'Histoire.

Lors de notre première observation des restes archéologiques, un bon nombre de petits morceaux de cuirs présentant ces rivets étaient encore fichés à leur place dans les cerclages (**fig. 21**), ce qui nous a permis de les replacer au même endroit et de restituer l'aspect probable de l'ensemble du décor clouté. Un coussinet de foin et laine, attesté sur des périodes immédiatement postérieures, a été placé sur le haut de l'arçon (**fig. 22**).



**Figure 22** Réalisation du coussin de siège. © Mathilde Waroude.

Le visuel obtenu est ainsi extrêmement proche des représentations de notre corpus de source. Pour les pièces de cuir, nous avons opté pour de la peau de bovidé ayant subi un tannage végétal<sup>3</sup> et teintée en rouge avec une préparation elle aussi d'origine naturelle. Certains morceaux étaient suffisamment complets pour montrer l'agencement des couches de cuir dans certaines parties et le type de coutures utilisées. Mathilde Waroude a ainsi pu les reproduire à l'identique (**fig. 23** et **24**).



**Figure 23** Finitions en cuir du siège. © Mathilde Waroude.

<sup>3</sup> Aujourd'hui, les cuirs industriels sont le plus souvent tannés au chrome.

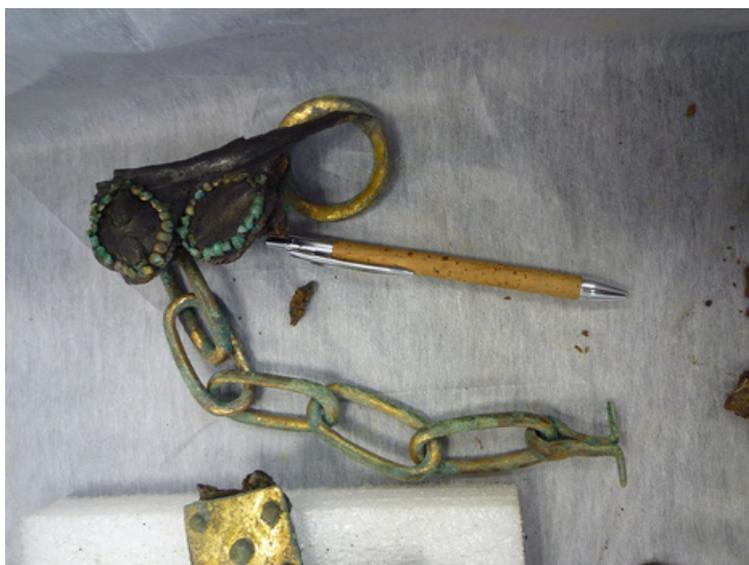


**Figure 24** Reproduction de la clouterie. © Mathilde Waroude.

Le lin a, quant à lui, été peint en doré. Les couleurs ont été choisies en fonction des nuances les plus représentées dans l'iconographie. Il faut toutefois garder à l'esprit que nous sommes probablement très en dessous du faste de la selle d'origine. Toutes les descriptions issues de carnets de commande nous proposent en effet des selles extrêmement chargées, avec une foule de détails très fins et d'incrustations. Le choix de laisser la décoration « neutre » est une manière de laisser la porte ouverte aux recherches ultérieures.

### *La chaîne et l'anneau*

Éléments les plus mystérieux de cette trouvaille archéologique, la chaîne et les anneaux identifiés sur l'exemplaire de Senonches n'ont pas d'usage clair connu. À la Renaissance, des éléments qui ressemblent à ceux de la selle de Senonches ont pu être utilisés comme poignée pour se retenir ou accroche pour des armes mais, dans notre cas, l'expérimentation n'est pas du tout convaincante pour ces usages.



**Figure 25** Chaîne et anneau avec parties de cuir et traces d'attache. © Les Rênes de l'Histoire.

L'emplacement de ces éléments, fixés par un système d'attaches parisiennes (**fig. 25**), était très net lors de la découverte de la selle. Ils ont donc pu être repositionnés sans difficulté (**fig. 26**).



**Figure 26** Pommeau reconstitué avec chaîne et anneau mobile. © Les Rênes de l'Histoire.

### *Les vervelles*

Les éléments originaux ont été reproduits à l'identique, en alliage cuivreux. Leur usage est à la fois esthétique et fonctionnel, puisque les vervelles servent d'attache à d'éléments de harnachement annexes, la housure en tissu par exemple. Nombre des vervelles archéologiques sont encore rattachées à des pièces de cuir (selon la méthode des attaches parisiennes). L'étude des sources iconographique a permis de replacer les vervelles à leur juste place. Les pièces d'origine étaient dorées à l'or (**fig. 27**), comme l'ensemble des pièces métalliques apparentes de la selle. Comme précédemment, pour des raisons de budget et de sécurité, les reproductions des vervelles n'ont pas été dorées au mercure (**fig. 28**).



**Figure 27** Vervelles sur leur support en cuir d'origine. © Les Rênes de l'Histoire.



**Figure 28** Vervelles sur la selle reconstituée. © Les Rênes de l'Histoire.

### *La boucle de croupière*

La boucle armoriée entourée de quatre pinces articulées, retrouvée à proximité immédiate de la selle, a demandé des essais et une recherche poussée. Sa situation dans l'ensemble du harnachement n'a absolument rien d'évident, pas plus que la manière dont elle est attachée. Les possibilités étaient multiples :

- une pièce de poitrail (insérée dans un collier empêchant la selle de reculer), mais les quatre départs de lanières de cuir excluent cette possibilité;
- un collier orné, mais cette hypothèse a été écartée car ce type de pièce comporte au maximum trois attaches, le plus couramment deux pour la période médiévale, alors que l'exemplaire de Senonches en comporte quatre;
- une pièce d'ornement pour le front du cheval, mais le poids, la largeur de l'ensemble et le faible nombre de représentations de cette configuration nous font écarter cette possibilité;
- un élément de croupière est donc le plus probable, plus précisément la pièce sommitale, qui vient se poser sur le haut du sacrum, deux lanières de cuir venant se rattacher derrière la selle et deux retombant sur les côtés. L'usure asymétrique des angles des pinces de l'original plaide pour cette solution, de même que le nombre de mordants retrouvés lors de la fouille et leur largeur, identique à celle des pinces rattachées et articulées à la boucle.



**Figure 29** Reproduction de la boucle de croupière. © Les Rênes de l'Histoire.

Les analyses du restaurateur ayant révélé que les parties vertes étaient en fait un émail rouge, nous avons pu reproduire cette pièce à l'identique (fig. 29). N'ayant pas connaissance des techniques mises en œuvre à cette époque pour ce type d'émaillage, la limite de l'exercice est la tenue de plaques d'émail aussi grandes sur un alliage cuivreux. Cette réalisation, qui représente un premier jalon dans la recherche expérimentale, est satisfaisante d'aspect mais reste cependant fragile et ne résisterait sans doute pas à un usage intensif.

### La sangle



**Figure 30** Étrier et sangle sur proposition de reconstitution. © Les Rênes de l'Histoire.

apprend que cette doublure cuir n'est pas nécessaire et même nuit au fonctionnement naturel de la sangle. Des expériences postérieures, menées sans cuir, montrent que la sangle de laine est particulièrement adaptée et résiste bien aux contraintes qui lui sont infligées (sueur, tension, mouvement du cheval...).

### Les étriers

Un étrier a été découvert non loin de la selle, dans la cour du château de Senonches, lors des fouilles (fig. 31). Son esthétique et l'existence de pièces archéologiques similaires pour la période concernée est compatible avec la datation estimée pour la selle. Nous avons donc reproduit cet étrier à l'identique. Les étrivières ont été reproduites, les plus simples possibles, sur le modèle de pièces archéologiques fragmentaires retrouvées pour des périodes similaires.



**Figure 31** Étrier découvert dans la cours du château de Senonches. © Frédéric Masse.

### Les enseignements de la reconstitution

Cette expérience aura été riche d'enseignements. Les informations livrées par la pièce archéologique étaient pour la plupart inédites à ce jour, notamment concernant les pièces de cuir, de tissu et leur assemblage. La proposition de reconstitution (**fig. 32 et 33**) aura aussi permis de comprendre pourquoi ces pièces s'agençaient de la sorte.



**Figure 32** Proposition de reconstitution de la selle de Senonches. © Les Rênes de l'Histoire.



**Figure 33** Selle sur le dos d'un cheval lors de l'expérimentation. © Les Guerriers du Moyen-Âge.

Les utilisations expérimentales de la selle ont également été très instructives, permettant par exemple d'interpréter la fleur de lys comme une protection à la hauteur de la boucle de ceinture. Elles renseignent également sur le type d'équilibre qu'un cavalier doit utiliser avec une selle de ce type. Les étriers ne peuvent qu'être portés extrêmement longs et l'équilibre (l'assiette) doit être très vertical. De ce détail qui n'en est pas un découle tout l'éventail des possibilités de mouvement du guerrier au combat. Par exemple, la hauteur du pommeau limite fortement les possibilités de se plier en avant, et donc indirectement les possibilités de chute dans ce sens si l'on n'est pas tracté hors de sa selle par un adversaire. En revanche, le troussequin, un peu plus bas, permet d'avoir une certaine souplesse du dos vers l'arrière, ce qui autorise une bonne gestion et un bon encaissement des coups et, le cas échéant, une éjection de la selle au moindre risque. La hauteur du pommeau implique aussi une position des mains tenant les rênes assez hautes, bien plus que dans l'équitation contemporaine. Tout cela implique que cette selle ne pouvait pas être utilisée confortablement dans la vie quotidienne. Par exemple, ce ne peut être une selle de voyage, contraignante pour un déplacement de longue durée.

L'expérimentation aura aussi permis de poser de nouvelles questions, d'interroger certaines certitudes, notamment autour de la chaîne. Décrite par certains collègues comme une poignée de sécurité, son emplacement la rend délicate à attraper et encore plus à tenir. Il faut passer le bras par-dessus le pommeau, ce qui perturbe l'équilibre du cavalier et implique un raidissement du haut du corps, augmentant ainsi le risque de chute en cas de problème. Ce projet a donc été incroyablement instructif du point de vue de l'analyse archéologique, de l'histoire des techniques et de l'étude des pratiques équestres. C'est aussi une magnifique occasion de travailler avec différents corps de métier, apportant chacun leur pierre à l'édifice, l'œil de l'artisan sur les techniques étant irremplaçable et le croisement de tous ces points de vue des plus enrichissants, permettant ainsi de replacer l'objet dans son contexte et son usage.

## Conclusion

La découverte de tels objets lors d'interventions archéologiques demeure rarissime et se limite le plus souvent à une partie seulement de la selle ou du système de harnachement. Un fragment de pommeau de selle du xive siècle a ainsi été mis au jour dans les années 1980, lors des fouilles du château de la Madeleine à Chevreuse (Labrot, 1997, p. 78-79), tandis que plus récemment, à Besançon, une pièce de cuir de harnachement (un fragment de culeron) a été découverte dans une citerne comblée au xv<sup>e</sup> siècle (Goy, Munier, 2013, p. 30-33). Le meilleur exemplaire de comparaison connu reste la selle funéraire d'Henri V d'Angleterre, exposée dans l'abbaye de Westminster (Londres) depuis le décès du roi en 1422. Malgré quelques parties brisées, sa structure en bois est conservée, tandis que les matériaux fragiles (cuir et tissu) ont disparu; elle possède une assise rembourrée rehaussée, décrite par une source écrite du xviii<sup>e</sup> siècle comme recouverte d'un velours bleu fleurdelisé dont ne subsistent aujourd'hui que quelques fragments.

La selle de Senonches est donc l'un des exemplaires les plus anciens de ce type connu à ce jour en Europe. Elle revêt un caractère exceptionnel en raison de l'importance des parties conservées, en particulier des éléments en matière organique, du raffinement des matériaux et du répertoire décoratif utilisés pour son ornementation. Si ces caractéristiques suggèrent son appartenance à un personnage de haut rang, cet objet soulève toujours de

nombreuses interrogations concernant aussi bien son commanditaire et/ou son utilisateur que son contexte d'abandon.

Ce projet a cependant permis, grâce à des échanges constants entre les archéologues, le restaurateur et les spécialistes de l'équipement équestre médiéval, de parvenir à un objet muséographiquement intelligible pour le public, offrant pour la première fois l'opportunité aux spécialistes de l'art et de l'équipement équestre médiéval de confronter leurs hypothèses par l'expérimentation d'une reconstitution fonctionnelle d'un objet archéologiquement complet.

L'exposition synthétisant les résultats de ces travaux pluridisciplinaires, intitulée *La selle des seigneurs de Senonches. Retour d'un objet d'exception*, a été présentée à l'automne 2016 aux Archives départementales d'Eure-et-Loir, puis au printemps 2017 au château de Senonches, et a accueilli plus de 2 700 visiteurs. Lors de chacune de ces présentations, des démonstrations proposées par Les Rênes de l'Histoire, utilisant la reconstitution, ont été proposées au public (fig. 34).



**Figure 34** Démonstration d'utilisation de la reconstitution de la selle dans les douves du château de Senonches, lors des Journées nationales de l'archéologie 2017.  
© Les Guerriers du Moyen-Âge.

Une procédure de dépôt de la selle restaurée et de sa reconstitution au château-musée de Senonches est actuellement en cours. Le projet a également fait l'objet de communications dans des colloques nationaux (7<sup>e</sup> journée d'étude *Corpus* – Étude du mobilier métallique et de l'*instrumentum*, Strasbourg, 2018) et internationaux (colloque de l'European Association of archaeologists, Barcelone, septembre 2018).

## Références bibliographiques

- Aucouturier M.** (2003), « Métallurgie du patrimoine et science des surfaces », *Alliage*, N° 53-54, mis en ligne le 07 août 2012. Disponible sur : <<http://revel.unice.fr/alliage/index.html?id=3665>> (consulté le 12 octobre 2018).
- Cellini B.** (1847), *Œuvres complètes de Benvenuto Cellini. Edition 2, Volume 2. Traité sur la sculpture et la manière de travailler l'or (Florence, 1568)*, traduit par Léopold Leclanché, Paris, Paulin, chapitre XIV, p. 339-341. Disponible sur : <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6574141v/f237>> (consulté le 2 avril 2023).
- Carré G.** (dir.) (2008), *Senonches (Centre - Eure-et-Loir). Château. Aménagement de la cour intérieure - Construction d'un escalier monumental, Rapport de fouille d'archéologie préventive (arrêté 06/0365)*, Chartres, Conseil général d'Eure-et-Loir - Service de l'Archéologie, 2 vol., 252 p.
- Goy C., Munier C.** (2013), « Besançon (25) : un ensemble clos du xv<sup>e</sup> siècle à la ZAC Pasteur et actualité des fouilles, Ville d'Autun », dans *Journée d'actualité archéologique en Autunois et en Bourgogne*, Autun, Service archéologique de la Ville d'Autun, p. 30-33.
- Labrot J.** (1997), « Pommeau de selle, xvi<sup>e</sup> siècle », dans Barruol A., Ramière de Fortanier A. (dir.), *Les Choix de la mémoire. Patrimoine retrouvé des Yvelines*, Versailles, Archives départementales des Yvelines / Paris, Éditions Somogy, p. 78-79.
- Masse F.** (2017), *La selle en matériaux composite de Senonches (n° d'inventaire : 4037). Rapport de conservation-restauration n°13.04*, Compiègne, 6 p.
- Prévôt B., Ribémont B.** (1994), *Le cheval en France au Moyen Âge. Sa place dans le monde médiéval; sa médecine : l'exemple d'un traité vétérinaire du xiv<sup>e</sup> siècle : la « Chirurgie des chevaux »*, Caen, Paradigme (coll. Medievalia), p. 349-404.
- Moine Théophile** (1980), *Théophile, prêtre et moine, Essai sur divers arts, en trois livres, corrigé, annoté et complété d'après le texte latin du xi<sup>e</sup> siècle*, Bourassé J.-J. (trad.); Blanc A. (éd.), Paris, Picard, tome 3, chapitre 37, p. 168-170.

### Les auteurs

**Emilie Fencke** Archéologue protohistorienne, spécialiste des formes de l'habitat rural du second âge du Fer, conservatrice en chef du patrimoine, cheffe du service d'Archéologie du Département de Vaucluse (SADV), 4 rue Saint-Charles, 84000 Avignon, [emilie.fencke@vaucluse.fr](mailto:emilie.fencke@vaucluse.fr).

**Adeline Dumont** Chef d'entreprise dans la valorisation des patrimoines historiques, chercheur indépendant, diplômée en géographie, histoire et valorisation des patrimoines, médiéviste et spécialiste en reconstitution, elle mène ses recherches sur les animaux de travail en général et sur les chevaux de guerre au début du xiii<sup>e</sup> siècle en particulier, Les Rênes de l'Histoire, La Jonade, 12260 Montsalès, [lesrenesdelhistoire@gmail.com](mailto:lesrenesdelhistoire@gmail.com).

# LA MAISON DE LA HARPISTE (ARLES) : ARCHÉOLOGUES ET RESTAURATEURS AU CHEVET DE SON DÉCOR

MARIE-PIERRE ROTHÉ, MARION RAPILLIARD, AURÉLIE MARTIN

**Résumé** Le musée départemental Arles antique est l'un des rares musées français à disposer à la fois d'un service archéologique et d'un atelier de conservation et de restauration (ACRM). Ce dispositif permet d'optimiser l'ensemble de la chaîne opératoire de la fouille à l'intégration dans les collections, en prenant en compte la conservation à toutes les étapes du travail : sur le terrain, en post-fouille et à terme dans la conception de la scénographie. L'opération archéologique programmée menée sur la maison de la Harpiste (70-50 avant notre ère), qui a livré de remarquables enduits peints de deuxième style pompéien, illustre parfaitement la complémentarité du tandem archéologue-restaurateur. Les fresques et sols décorés mis au jour sont en cours d'étude et de traitement en vue de leur intégration, à l'horizon 2027, dans les collections permanentes du musée. L'objectif final sera de présenter deux des pièces de cette maison avec leurs sols, leurs seuils et leurs décors peints dotés d'un pigment photosensible, le cinabre.

**Mots-clés** enduits peints, deuxième style pompéien, cinabre.

## Introduction

À Arles, les fouilles menées de 2014 à 2017 sur le site de la Verrerie ont révélé une luxueuse demeure, la maison de la Harpiste, au décor remarquablement bien préservé. Cette découverte exceptionnelle, tant sur le plan scientifique que patrimonial, a naturellement poussé le musée à vouloir la mettre en valeur dans les collections permanentes, en y projetant la restitution de deux pièces de cette maison.

Ce projet novateur, porté par le musée départemental Arles antique, nécessite l'implication conjointe des archéologues et des conservateurs-restaurateurs à toutes les étapes du travail : avant l'opération archéologique, durant la fouille, parallèlement à l'étude et, bien entendu, dans le cadre de la réflexion sur le projet muséographique.

Ce tandem permet d'assumer la gestion de cette découverte, de la fouille au musée, en prenant en compte une problématique de conservation cruciale qui est celle de la préservation d'un pigment très sensible, le cinabre, sur lequel les restaurateurs développent un projet de recherche.

## Une découverte exceptionnelle portée par le musée départemental Arles antique

### Le musée départemental Arles antique (MDAA), de la fouille au musée

Le MDAA se distingue par la présence en son sein d'un service archéologique et d'un atelier de conservation et de restauration (ACRM), atout considérable qui lui permet d'assurer la chaîne opératoire allant de la fouille à l'exposition des objets au sein des collections.

Le service archéologique constitué de quatre agents dirige, entre autres missions, des fouilles programmées, qu'il mène en partenariat avec des collaborateurs scientifiques relevant de l'INRAP, du CNRS, de l'université ou encore des services déconcentrés de l'État.

L'ACRM, constitué d'une équipe de huit agents, est spécialisé dans le traitement des sols décorés et des enduits peints; il intervient sur le traitement d'objets de la collection du MDAA et également dans le cadre de coopérations ou de prestations réalisées en France ou à l'étranger. C'est cet atout majeur qui a permis, parmi d'autres interventions, de sortir en 2011 des profondeurs du Rhône un chaland datant du milieu du 1<sup>er</sup> s. de notre ère, pour lequel une extension du musée a été créée. C'est également cet atout qui est à l'origine du projet portant sur la maison de la Harpiste mise au jour à Arles, sur le site archéologique de la Verrerie.

### Le site de la Verrerie - historique de la découverte

Implanté sur la rive droite du Rhône, le site archéologique de la Verrerie occupe une parcelle préservée de l'urbanisation environnante. Les recherches archéologiques y débutent en 1982 en réponse à un projet de lotissement porté par la ville d'Arles, propriétaire du terrain. Trois campagnes de « fouilles de sauvetage programmées » s'y succèdent et révèlent, sur une surface d'un hectare, un ensemble de riches *domus* datées de la fin du 11<sup>e</sup> s. de notre ère (Rothé, Heijmans, 2008, p. 652-663).

Après un « abandon » du site pendant 30 ans, une campagne de débroussaillage et de remblaiement mise en place par la ville d'Arles génère la mise en œuvre en 2013 d'une « opération de fouille préventive nécessitée par l'urgence absolue », qui permet de compléter la documentation des vestiges mis au jour précédemment et d'effectuer des sondages (Rothé, Genot, 2014).

À cette occasion, l'observation d'une coupe visible dans une tranchée d'épierrement a montré l'existence de trois grandes phases de réfection du quartier, dont la plus ancienne, du 1<sup>er</sup> s. avant notre ère, est la mieux préservée puisque protégée par un remblai de près de 1,40 m de hauteur. Cet état précoce est matérialisé par deux murs maçonnés recouverts d'enduits peints sur une hauteur d'un mètre (**fig. 1**).



**Figure 1** Paroi peinte de la pièce VIIIb, dégagée en 2013, en coupe. Le rouge cinabre ne présente pas d'altération. © M.-P. Rothé, MDAA.

Cette découverte a motivé la mise en place d'une fouille programmée pluriannuelle (2014-2017) avec le soutien de bénévoles, qui se sont fédérés autour de ce projet. Conçue comme un vaste sondage (105 m<sup>2</sup>), l'opération archéologique a été mise en œuvre dans l'emprise où les mosaïques de Méduse et d'Aiôn (Rothé, Heijmans, 2008, p. 657-658), de la fin du II<sup>e</sup> s., avaient été mises au jour dans les années 1980 puis prélevées, en 1988 pour l'une et en 1992 pour la seconde. La fouille, menée sous la responsabilité scientifique de Marie-Pierre Rothé, est portée par le musée départemental Arles antique avec le partenariat de l'INRAP mais également du CICRP, du CNRS et de l'université d'Aix-Marseille. Son objectif est double : appréhender la genèse de l'occupation de la rive droite du fleuve, que l'on supposait vierge de construction avant les années 30 avant notre ère ; documenter et prélever les enduits peints de cette maison précoce en vue de les intégrer dans les collections du musée, jusque-là dépourvues de ce type artefact.

Dans la genèse de cette opération, la CIRA a considéré que cette fouille était indispensable sur le plan scientifique, a préconisé la présence d'un spécialiste des enduits peints et a validé

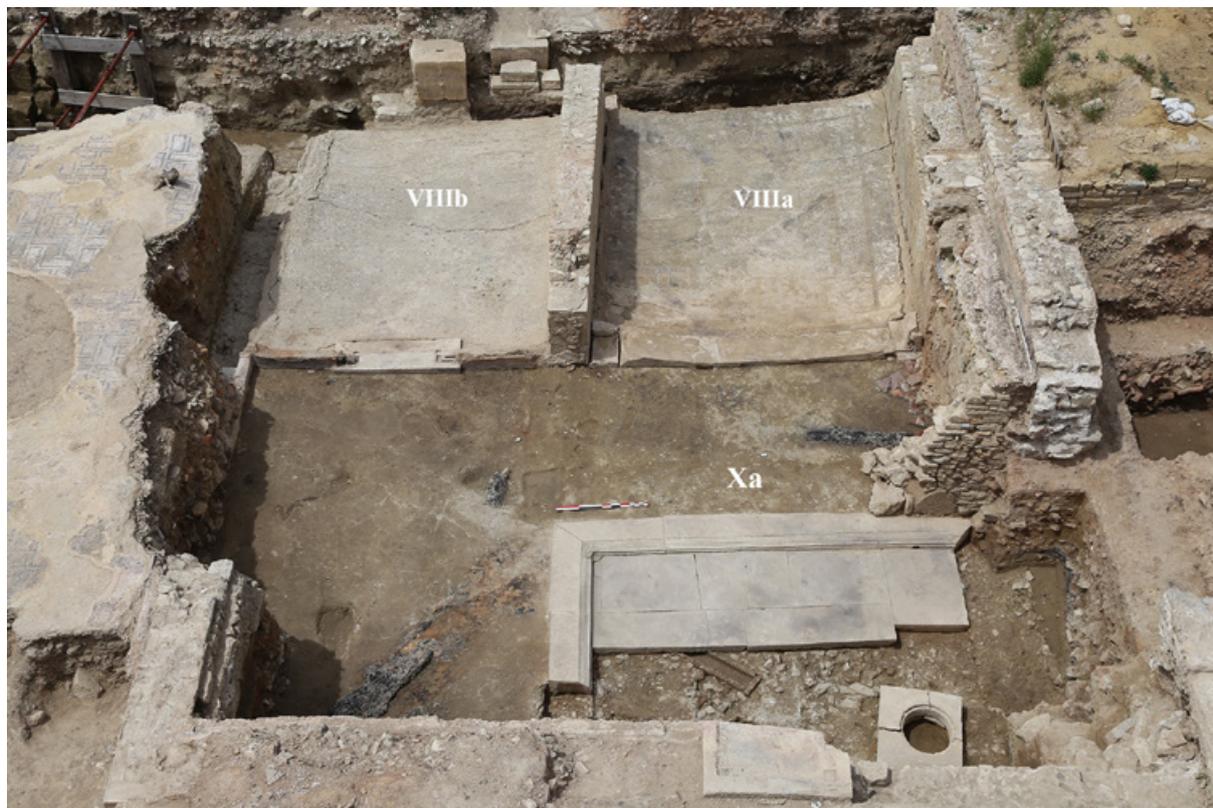
la dépose des enduits peints, en précisant que les opérations de conservation et de démontage devaient être clairement identifiées dans le calendrier d'intervention soumis à l'avis de la commission.

### La maison de la Harpiste : une découverte unique en Gaule qui renouvèle les connaissances sur la cité antique d'Arles

Les recherches menées sur la maison de la Harpiste, baptisée ainsi en référence à l'un des personnages peints découverts dans l'une des pièces d'habitation, renouvèlent nos connaissances sur la romanisation de la cité d'Arles et sur l'importation de savoir-faire italiens (Rothé *et al.*, 2017).

Construite entre 70 et 50 avant notre ère, cette maison témoigne, par son plan et les modes de construction adoptés, de l'installation de Romains (hauts dignitaires, négociants...?), avant même la création, en 46 avant notre ère de la colonie romaine par César. Elle se distingue par son caractère luxueux et son décor peint, à ce jour unique en France.

La maison a été préservée de manière exceptionnelle, avec des peintures en place sur près d'un mètre de hauteur, dans au moins deux de ses pièces. Les remblais de destruction, d'une épaisseur d'1,40 m, complètent notre connaissance d'une partie des élévations et du décor. Ainsi, la présence d'éléments de sols décorés souligne la présence d'un étage dont l'existence est également confirmée par le décor peint. Les fragments d'enduits peints recueillis par milliers représentent un potentiel énorme de remontage.



**Figure 2** Emprise des fouilles de la maison de la Harpiste, juin 2017. © M.-P. Rothé, MDAA-INRAP.

Si la superficie de la maison de la Harpiste reste inconnue en raison de l'exiguïté de la zone de fouille (105 m<sup>2</sup>), les espaces fouillés indiquent qu'elle suit le plan traditionnel de la *domus*

de la fin de la République connue en Italie (fig. 2). Elle possède un *atrium* (fig. 2- Xa) autour duquel s'organisent plusieurs espaces dont cinq ont été perçus et deux ont été intégralement fouillés. Ces deux pièces, dont les seuils, sols et décors peints ont été déposés, correspondent probablement à une salle à manger (fig. 2-VIIIb) et une pièce de réception (fig. 2-VIIIa). Elles seront à terme intégrées dans les collections du musée.

L'ornementation occupe tout l'espace, des sols aux plafonds, en passant par les murs couverts de riches peintures. Les sols sont d'une grande diversité avec, à l'étage, un béton de tuileau incrusté de tesselles formant une trame de losanges et un *opus spicatum*. Au rez-de-chaussée se trouvent deux sols en béton à éclats de pierre : l'un décoré d'un semis de cabochons et d'éclats de roches colorées (VIIIb) et le second, très rare, présente un décor peint s'inspirant du monde grec (Rothé *et al.*, 2017, p. 51; Guimier-Sorbets, 2019, p. 27) formé de bandes noires parfois crénelées (VIIIa).

Aux sols décorés s'ajoutent des stucs, des plafonds en terre peints en bleu et rouge et des enduits peints pariétaux de deuxième style pompéien (Boislève *et al.*, 2020), particulièrement bien préservés, soulignant le très haut standing de cette demeure. Les deux pièces VIIIb et VIIIa conservent la partie inférieure de leur décor peint en élévation sur certains pans de mur sur plus de 1 m de hauteur et sur une longueur maximale de 4,60 m. Dans la salle à manger VIIIb se trouve un décor dit à paroi fermée (fig. 3) qui divise la pièce en deux espaces distincts, ménageant une antichambre et une alcôve séparées par une colonne et son piédestal fictifs. Dans la pièce de réception VIIIa, le décor correspond à une mégalographie, forme beaucoup plus rare du deuxième style pompéien, à ce jour unique en France. En partie inférieure, ce décor présente un podium fictif en imitation de marbre sur lequel reposent des colonnes qui scandent un champ rouge vermillon. Entre celles-ci une douzaine de piédestaux rectangulaires supportaient des personnages de grande taille retrouvés en fragments dans les remblais. La célèbre harpiste y trouve place au milieu d'autres personnages probablement liés au cortège bachique.



**Figure 3** Paroi peinte de la pièce VIIIb, juin 2014. Le rouge cinabre (à gauche) est altéré.  
© Photogrammétrie N. Bourgarel, INRAP-MDAA.

La richesse des aménagements architecturaux et des décors met en évidence le luxe des lieux et reflète le niveau de vie élevé du propriétaire, qui a probablement fait venir des artisans d'Italie pour construire sa maison. Le décor peint de deuxième style pompéien apparaît à ce jour comme l'ensemble le plus complet de ce type mis au jour en France et impose le déploiement d'un projet ambitieux.

## Archéologues et restaurateurs : un tandem indissociable

À mesure de l'évolution de l'opération archéologique, le dialogue conservateur<sup>1</sup> - archéologue<sup>2</sup> - conservateur-restaurateur<sup>3</sup>, a permis de co-construire un projet visant à intégrer dans les collections du musée les pièces VIIIA et VIIIb de cette maison, en intégrant seuils, sols, parois peintes prélevés *in situ* et décors peints remontés en post-fouille. Cet objectif, qui permet une mise en contexte architecturale des décors, impose une interaction permanente archéologue - restaurateur, de la fouille au musée. Ce binôme est d'autant plus primordial que les enduits peints mis au jour présentent un pigment photosensible, le rouge cinabre, nécessitant la mise en œuvre de mesures de conservation préventive à toutes les étapes du projet.

### En amont du terrain et sur le terrain - 2013-2017



**Figure 4** Concomitance du travail archéologue-restaurateur en 2017. Les archéologues fouillent le sol de l'*atrium*, les restaurateurs déposent une paroi peinte (à gauche) et préparent le prélèvement du sol de la pièce VIIIa (à droite). © M.-P. Rothé, MDAA-INRAP.

Chaque année, en amont du lancement de l'opération archéologique programmée, le calendrier des interventions des restaurateurs, prévoyant des phases de travail concomitantes (**fig. 4**) et des phases de travail échelonnées, a été calé et intégré dans le dossier de demande

<sup>1</sup> Alain Charron (MDAA-CD13), conservateur en chef du patrimoine.

<sup>2</sup> Marie-Pierre Rothé (MDAA-CD13), responsable de l'opération, Julien Boislève (INRAP), toichographe, Alain Genot (MDAA-CD13), archéologue.

<sup>3</sup> L'atelier de conservation et restauration du musée est dirigé par Patrick Blanc. Les actions de restaurations portant sur le site de la Verrerie ont été pilotées sur le terrain par Aurélie Martin de 2013 à 2017 et en post-fouille par Aurélie Martin et Marion Rapilliard, qui travaillent avec l'ensemble des membres de l'équipe de l'ACRM : Ali Alaoui, Marie-Laure Courboulès, Michel Marque, Patricia Jouquet, Hafd Rafäi, Claude Sanchez.

d'autorisation de fouille déposé au SRA. Une marge de sécurité de 20 jours a été intégrée dans le calendrier prévisionnel pour gérer au mieux les impondérables. Cette marge s'est révélée salvatrice car les aléas ont été plus importants qu'escompté. Les remblais que l'on supposait initialement correspondre à des niveaux d'inondation se sont avérés être des couches de destruction riches en matériel fragile (parois peintes effondrées<sup>4</sup>, stucs friables, sols d'étage) nécessitant un temps de fouille plus long. De plus, ces remblais étaient dans certains secteurs scellés par des sols décorés qui n'étaient pas visibles en coupe. La durée de la fouille a donc été prolongée et les restaurateurs ont dû ajouter à leur programmation initiale la dépose de sols décorés<sup>5</sup>. Bien entendu cette flexibilité et cette adaptation ont été rendues possibles car les archéologues n'avaient pas à faire appel à un prestataire extérieur mais à leurs collègues restaurateurs, travaillant dans la même structure muséale.

En termes de conservation préventive, pour limiter le temps d'exposition de l'enduit, le toichographe (Boislève, 2016, p. 92, fig. 3) a préconisé de conserver, depuis son sommet et jusqu'au niveau de sol, une bande de terre de 10 à 15 cm devant celui-ci. Elle maintient et protège l'enduit en place de la lumière et des intempéries, le temps de dégager le centre de la pièce. Une fois le niveau de sol atteint, ces bermes sont fouillées pour mettre au jour le décor. Lorsque l'enduit a été dégagé, les restaurateurs ont recommandé la mise en place d'un auvent de protection constitué de bâches opaques (fig. 5 a et b) afin de minimiser l'impact de la lumière pendant les phases de nettoyage de la paroi, de documentation archéologique et de dépose.

Durant l'opération archéologique, les restaurateurs sont intervenus en phase de fouille et les archéologues en phase de dépose (fig. 4).

Ainsi, de manière concomitante à la fouille de la pièce de réception (VIIIa) et au dégagement de ses parois peintes, les restaurateurs ont procédé à la consolidation des mortiers antiques, fragilisés en raison de la présence d'éclats d'amphore, par des imprégnations de coulis de chaux et d'une émulsion acrylique (Primal® E330S) diluée à 3 % dans de l'eau. De plus, afin de stopper l'amorce du noircissement du cinabre (fig. 3 et 5b), constaté malgré la présence des bâches de protection (fig. 5a et 5b), la vaporisation d'une résine acrylique (Paraloïd® B72) en solution à 3 % dans de l'éthanol a été réalisée sur la totalité de la surface des enduits *in situ*.

En 2014, puis en 2015, les restaurateurs ont déposé successivement l'ensemble des parois découvertes en place dans les espaces VIIIa et VIIIb. Cela correspond au total à six parois dont les états de conservation étaient très hétérogènes, nécessitant l'adaptation des protocoles d'intervention. En 2017, les opérations de prélèvement ont concerné les seuils et les sols des deux pièces; ces derniers, d'une superficie d'environ 16 m<sup>2</sup> ont été découpés en une vingtaine de panneaux chacun pour être extraits du site.

<sup>4</sup> Concernant plus spécifiquement les peintures, leur dégagement, fouille et documentation relève de la responsabilité des archéologues et d'un spécialiste (toichographe) qui assure également les stratégies de prélèvement des enduits fragmentaires. En revanche, la dépose des enduits *in situ*, qui ont par ailleurs le statut particulier de vestige immobilier, est un acte de restauration.

<sup>5</sup> Entre 2014 et 2017, afin d'atteindre les niveaux de la maison de la Harpiste, l'équipe de l'ACRM est intervenue pour déposer les décors se rattachant aux *domus* plus récentes : cinq sols ou fragments de sols (mosaïque et sols en béton à cabochons) datés des I<sup>er</sup> et II<sup>e</sup> s. av. J.-C. et un revêtement pariétal en marbre associé à son support en mortier de tuileau (*domus* d'Aïôn, fin II<sup>e</sup> s. av. J.-C.).



**Figure 5** Structure avec bâche opaque mise en place pendant les phases de nettoyage des enduits peints (a) et de dépose, où l'équipe procède à l'encollage de surface de petits fragments (b). © a : R. Bénali, MDAA; b : M.-P. Rothé, MDAA.

Durant les phases de dépose des sols et des enduits peints, les archéologues assuraient le suivi de la documentation archéologique. Des observations techniques sur la chronologie de la mise en place des décors (sols, plafonds et parois peintes) ont pu être effectuées, permettant ainsi de mieux appréhender les différentes étapes de travail des ouvriers de l'Antiquité œuvrant de manière concomitante sur les sols et les parois peintes (Boislève *et al.*, 2020, p. 20).

## En amont de l'étude des enduits peints et des stucs – 2018-2020

Le caractère exceptionnel des découvertes a occasionné la mise en **œuvre** d'une post-fouille avec des contraintes exigeantes au regard de la quantité faramineuse d'enduits peints mis au jour (cf. *infra* : pendant l'étude) et des besoins inhérents à la conservation du cinabre.

### Contraintes techniques

La quantité d'enduits peints mis au jour a nécessité une phase préparatoire au lancement de l'étude pour trouver les moyens administratifs, financiers, humains et techniques, mais aussi pour que l'équipe de restaurateurs traite en amont les parois peintes déposées *in situ* entre 2014 et 2017, dans le but de les rendre à nouveau accessible aux chercheurs.

La recherche d'un lieu d'étude adapté s'est imposée au regard de la quantité de matériel à traiter et des contraintes de conservation inhérentes à la préservation du cinabre (cf. *infra*). La nécessité d'étaler les fragments pour étude implique de disposer d'une salle spacieuse et non cloisonnée d'*a minima* 150 m<sup>2</sup> (mais idéalement de 300 m<sup>2</sup>) pour procéder au remontage sur des tables roulantes. Cette salle d'étude doit disposer d'ouvertures dotées de filtre-sUV, d'un éclairage artificiel adapté aux contraintes de conservation<sup>6</sup> et d'une climatisation permettant de gérer l'hygrométrie et la température de l'espace<sup>7</sup>. Le MDAA, ne disposant pas d'un tel espace, est donc parti en quête d'un local. Ces contraintes expliquent le délai de mise en route de l'étude des enduits peints, qui n'a pu être lancée qu'en avril 2021 alors que la fouille s'était achevée en décembre 2017. L'option retenue a été de débiter l'étude en avril 2021 dans la salle d'exposition temporaire du musée, avant de la poursuivre à compter de septembre 2021 dans un espace dont l'aménagement a été adapté aux besoins. Ce local se situe à 25 km au sud du musée, en Camargue, dans une annexe du château d'Avignon, propriété du CD13, qui a procédé à des travaux de réhabilitation pour répondre aux contraintes énumérées ci-dessus.

### Les restaurateurs à l'œuvre en amont de l'étude

Préalablement à l'étude, les restaurateurs ont engagé la stabilisation des parois peintes déposées, pour les rendre manipulables et les mettre à disposition des archéologues, afin de trouver d'éventuelles connexions avec les enduits peints fragmentaires. La stabilisation se décompose en plusieurs étapes :

- nettoyer la surface pour permettre une lecture plus fine de certaines zones du décor peu lisibles et nettoyer les tranches pour permettre la recherche de connexions entre les fragments;
- consolider des mortiers qui ont perdu leur cohésion;
- atténuer certaines déformations des parois déposées très altérées et réduire les fissures parfois conséquentes;

<sup>6</sup> Jean-Jacques Ezrati, notre référent sur l'éclairage, a préconisé, au regard de la disposition des lieux, l'utilisation de luminaires TRILUX disposés à une distance de 5,5 m des tables de travail, dotés d'un indice de rendu des couleurs (IRC) autour de 80 et d'une température de couleur (froide) située entre 4000 K et 6500 K. Le modèle préconisé et adopté a été le suivant : Eline FILW 100-865-L150-ETDD.

<sup>7</sup> Préconisations climatiques : température : 18 - 22 degrés avec une oscillation progressive ; humidité relative : 40- 60 % avec une variation inférieure à 5 % sur 24h.

- stratifier dans l'objectif de renforcer structurellement les peintures par l'application de tissus en fibres de verre et de mortiers synthétiques (fig. 6).



Figure 6 Stratification de l'enduit peint. © R. Bénali, INRAP-MDAA.

Parallèlement, les restaurateurs ont également procédé à la mise en état de plusieurs plaques d'enduits peints très fragilisées, qui avaient été encollées par les archéologues lors de la fouille. Ces prélèvements, qui ont permis de sauver des parties du décor très fragmentées, ont fait l'objet de consolidations et de refixages pour pouvoir être manipulés sans risque pendant l'étude.

Les stucs ont été pris en charge par une entreprise de restauration (La Pierre au carré) qui a procédé à un traitement pour étude : les éléments, pour la plupart prélevés à l'aide d'un encollage, ont été restaurés avec l'objectif premier de pouvoir être manipulés et documentés par les archéologues (consolidation, nettoyage, remise à plat, etc.). Les interventions ont permis de faciliter les recherches de connexions et de mieux comprendre les profils des différents types de moulures.

### Pendant l'étude des enduits peints et des stucs – 2021-2024

Le volume du matériel à étudier est constitué de plus de huit cents caisses d'enduits peints fragmentaires et de huit parois peintes. Chaque caisse de fragments nécessite en moyenne un jour de travail intégrant l'ensemble de la chaîne opératoire, du lavage jusqu'à la rédaction du rapport (Boislève, 2016). Grâce au partenariat établi avec l'INRAP<sup>8</sup>, le MDAA bénéficie de la présence d'un toichographe, Julien Boislève (Boislève, Rothé (coll.), 2022), qui

<sup>8</sup> L'intervention du toichographe de l'INRAP est dotée par un projet d'activité scientifique financé par l'institut, pour une part, et en prestation à la demande du MDAA, pour une autre part.

dirige l'étude des peintures. Il est épaulé par trois agents du MDAA<sup>9</sup> formés par la même occasion à la discipline.

L'étude des enduits peints relatifs à la maison de la Harpiste a commencé en avril 2021 et devrait se prolonger jusqu'en 2024 à raison de cinq à six mois par an. Le principe de base de l'étude du toichographe (Boislève, 2016) est qu'après le lavage, le travail de puzzle commence, en reproduisant dans un premier temps le carroyage du terrain sur chacune des tables de travail. Petit à petit les décors sont remontés et positionnés dans des bacs en bois remplis de sable noir (fig. 7) afin de mettre les fragments à plat malgré la disparité de conservation de l'épaisseur des mortiers. Progressivement la compréhension du décor s'affine. Lorsque le remontage est achevé, s'ensuit la phase de documentation graphique (photos, relevés, observations techniques, enregistrement des données...) puis de rapport scientifique.



**Figure 7** Étude du décor de la pièce VIIIb en 2021 avec, au premier plan, la paroi peinte traitée par les restaurateurs et, en arrière, les tables de travail contenant les milliers de fragments d'enduits peints en cours de remontage. © R. Bénali, INRAP-MDAA.

La surface de la salle étant limitée (150 m<sup>2</sup>), l'équipe travaille sur un décor à la fois. Concernant le décor à paroi fermée de la pièce VIIIb (fig. 7 et 8), dont le remontage a été mené d'avril à juillet 2021 dans la salle d'exposition temporaire du musée, les résultats sont concluants puisque l'une des parois de l'antichambre a pu être remontée sur l'intégralité de sa hauteur (2,90 m) et a permis de restituer l'emplacement d'une fenêtre à côté de la porte (Boislève, Rothé (coll.), 2022).

<sup>9</sup> Deux archéologues, Alain Genot et Marie-Pierre Rothé, et une restauratrice, Marion Rapilliard.



**Figure 8** Paroi peinte de la pièce VIIIb en cours d'étude (2021). Les remontages permettent une lecture parfaite du décor sur toute la hauteur de la paroi. © J. Boislève, INRAP-MDAA.

Le décor de l'étage, remonté en 2022, s'avère remarquablement bien préservé. Il s'inscrit dans une pure tradition du deuxième style pompéien, soit un décor d'inspiration architecturale avec colonnes, piédestaux, blocs d'assises ou orthostates traités en trompe l'œil (Boislève, Rothé, 2022). La palette chromatique variée laisse une place importante au rouge vermillon, couleur issue du très coûteux minéral de cinabre (cf. *infra*), qui confirme le très haut niveau social du propriétaire de cette maison qui adopte un décor luxueux à l'étage, dévolu à la sphère privée.

En 2023, l'équipe poursuivra le travail entamé en 2022 sur le décor mégalographique de la pièce de réception VIIIa, dont les éléments fragmentaires collent avec les parois trouvées *in situ*, ce qui permettra de positionner avec certitude certains personnages dans la pièce. La suite de la mission sera consacrée au traitement des autres ensembles de décors prenant place dans l'*atrium* ou dans des pièces non fouillées<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Dans l'emprise de la fouille, des enduits peints fragmentaires ont été retrouvés en position de rejet ; ils appartiennent à des décors disparates mal conservés, issus de pièces non fouillées.

Après cette phase de remontage et de documentation, le spécialiste de l'INRAP procédera en 2024 à la finalisation de la restitution des décors et à la rédaction d'un rapport scientifique.



**Figure 9** Consolidation de fragments de peinture présentant une couche picturale très fragilisée.  
© R. Bénali, INRAP-MDAA.

Pendant l'étude, une restauratrice est présente auprès des archéologues afin de procéder à des gestes de conservation urgents, tel que la consolidation de matériaux très fragilisés (**fig. 9**). Elle participe également à la surveillance des conditions environnementales (lumière et humidité) de la salle en raison de la présence du pigment cinabre. Ce pigment, sensible à la lumière, implique une vigilance accrue et un suivi photographique colorimétrique de certaines zones du décor jugées instables.

L'ACRM est par ailleurs mobilisé sur le traitement d'autres vestiges provenant de la maison de la Harpiste : la restauration du sol de la pièce VIIIb a d'ores et déjà été initiée. L'intervention consiste à renforcer ses panneaux constitutifs pour ensuite les implanter sur un nouveau support qui redonnera son unité au pavement. Deux parois peintes provenant de ce même espace et conservées à l'état fragmentaire (dont l'étude a été achevée en 2021) sont également en cours de restauration (**fig. 10**).



**Figure 10** Paroi de l'espace VIIIb en cours de restauration (janvier 2023).  
© M. Rapilliard, ACRM-MDAA

## Un projet de recherche porté par les restaurateurs : le cinabre

### La problématique du cinabre

Le cinabre (HgS) est un pigment d'origine minérale facilement identifiable par sa couleur rouge vermillon très vive et lumineuse. Principalement extrait dans des carrières du sud de l'Espagne (Martin, Rapilliard, 2022, p. 205), il apparaît comme l'un des pigments les plus chers du monde romain et constitue dès lors un marqueur de prestige à l'époque antique. La présence abondante de ce pigment dans les décors de la maison de la Harpiste participe au caractère exceptionnel de cette découverte.

Caractérisé par sa photosensibilité, le cinabre confronte les restaurateurs à une problématique majeure de conservation. La tendance du cinabre au noircissement était connue dès l'Antiquité et déjà évoquée par Vitruve dans son traité d'architecture daté du I<sup>er</sup> s. avant notre ère (*De Architectura.*, VII.8.2, VII.9.4 et VII.9.1), qui précise que ce pigment noircit lorsqu'il est exposé aux rayonnements du soleil ou de la lune et recommande de l'adopter dans des pièces non exposées à la lumière naturelle. Cette préconisation a vraisemblablement été mise en œuvre par les artisans de l'Antiquité dans la maison de la Harpiste dans les deux pièces VIIIb et VIIa, qui présentent *a priori* trois murs aveugles et qui sont éclairées indirectement par la galerie de l'*atrium*. De plus, l'ensemble des enduits peints (*in situ* et fragmentaires) comportant du rouge vermillon était encore vierge de toute altération chromatique au moment de sa découverte (fig. 1). Cependant, sur le terrain, du fait de sa mise au jour, très rapidement les premiers signes de dégradation ont été observés (fig. 3 et 5b).

Ces vingt dernières années, l'altération du cinabre a fait l'objet de multiples études scientifiques qui, aujourd'hui encore, ne permettent pas d'établir parfaitement les mécanismes de l'altération, tant les réactions chimiques au sein des matériaux sont complexes (Cotte *et al.*, 2006; Cotte *et al.*, 2008; Spring, Grout, 2002; Radepont *et al.*, 2011; Radepont *et al.*, 2015; Keune, Boon, 2005; Neiman *et al.*, 2015; Da Pieve *et al.*, 2013; Anaf *et al.*, 2013; Elert *et al.* 2021; Gettens *et al.*, 1972; Pérez Diez *et al.*, 2021). Toutefois, il est avéré que les effets de la lumière, conjointement à la présence de sels (chlorures) dans les matériaux, sont deux facteurs déterminants dans le phénomène, auxquels s'ajoute le paramètre de l'humidité.

Si des chercheurs tentent d'expliquer cette altération d'un point de vue physico-chimique, en termes de conservation-restauration l'absence d'étude portant sur le traitement des peintures contenant du cinabre a amené les restauratrices du MDAA à initier leurs propres recherches. L'objectif était d'établir un protocole de conservation-restauration permettant d'assurer la sauvegarde et la présentation des enduits peints de la Verrerie au sein des collections du MDAA. Afin de minimiser les risques, deux axes, détaillés ci-après, sont actuellement développés et font l'objet d'expérimentations. Cette recherche bénéficie de l'appui scientifique de partenaires publics et privés<sup>11</sup> et s'étoffe grâce à la mise en relation avec des équipes scientifiques internationales travaillant sur le sujet.

Les investigations consistent à placer des fragments de peintures composés de cinabre dans diverses conditions expérimentales, afin d'identifier le faciès d'altération et sa cinétique, et de les soumettre à des tests de traitements qui tentent de réduire le phénomène de noircissement. Les observations sont appuyées par un suivi photographique régulier. Les fragments employés pour ces tests sont des éléments qu'il n'a pas été possible de replacer dans le décor pendant l'étude et qu'il est possible de sacrifier pour guider l'établissement d'un protocole de conservation préventive et curative. Ce travail a été initié sur le décor peint du Poète et des Muses qui se rattache à une maison romaine distincte et plus récente : la *domus* d'Aiôn, datée de la fin du II<sup>e</sup> s. de notre ère (Martin, Rapilliard, 2022; Boislève, Rothé, 2020); il se poursuit désormais sur les ensembles de la maison de la Harpiste.

<sup>11</sup> Les partenaires déjà associés à ce projet sont : Jean-Jacques Ezrati, conseiller en éclairage muséographique des objets sensibles; le Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) ; le Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP, Marseille), avec l'aide d'Odile Guillon, photographe, de Jean Marc Vallet, ingénieur de recherche et de Théa de Seauve, post-doctorante ; l'entreprise Aslé Conseil (bureau d'étude spécialisé) avec l'aide de Gilles Martinet, docteur en géosciences ; l'université d'Avignon (UMR IMBE - Ingénierie de la restauration des patrimoines naturel et culturel), avec l'aide de Catherine Vieillescazes et Gérald Culioli, professeurs des universités.

## Le cinabre : mesures de conservation préventive

Sous l'angle de la conservation préventive, l'ACRM tente d'évaluer quelles sont les parties du spectre de la lumière les plus néfastes pour le pigment et de déterminer ainsi un environnement lumineux adapté à cette photosensibilité.

Trois séries de tests de filtrage de la lumière sont réalisés au MDAA, sur les conseils de Jean-Jacques Ezrati, avec l'aide d'Odile Guillon pour le suivi en imagerie et du C2RMF pour le prêt de matériel.

Ces tests, s'appuyant sur des valeurs de temps d'exposition, d'intensité et de longueur d'onde définies, permettent de spécifier un paramétrage de l'exposition lumineuse (fig. 11). L'objectif de ce paramétrage est de répondre aux exigences de conservation et de présentation des peintures au public dans leur futur espace muséographique.



**Figure 11** Boîte de tests pour seize fragments d'enduits peints avec rouge cinabre. Sur le couvercle de la boîte, au-dessus de chaque fragment, sont positionnés des filtres interférentiels laissant passer une longueur d'onde définie du spectre de la lumière utilisée pour l'expérience. © A. Martin, ACRM-MDAA.

Toutefois, d'après nos premières données, il semble que les solutions apportées permettront uniquement de retarder l'altération et non pas de l'éviter. L'effet cumulatif néfaste de la lumière est incontournable. L'éclairage peut être filtré de manière très précise jusqu'à la longueur d'onde près pour éviter le noircissement du cinabre mais le MDAA serait alors confronté aux problèmes de la lisibilité des éléments peints concernés dans la fidélité des couleurs et des détails.

Par ailleurs, les résultats de ces expérimentations apportent un élément important : en effet, la photosensibilité du cinabre se manifeste en particulier sur une zone précise du spectre de la lumière, correspondant aux longueurs d'ondes vertes et jaunes (fig. 12). Cette observation

vient confirmer l'étude menée par V. Terrapon et H. Bearat en 2006 (Terrapon, Bearat, 2010) sur l'effet de la lumière sur le cinabre. Ces résultats incitent à filtrer la lumière émise de façon à obtenir un éclairage rouge-orangé. L'utilisation d'une bâche rouge pourrait alors être préconisée pour la protection ponctuelle d'enduits peints comportant du cinabre lors d'une découverte sur un site archéologique.



**Figure 12** Sous le filtre interférentiel laissant passer la longueur d'onde de 580 nanomètre (dans la zone du spectre vert-jaune), le fragment d'enduit peint présente rapidement, de façon très nette, une évolution colorimétrique vers le noircissement. © A. Martin, ACRM-MDAA.

Les actions de conservation préventive sont essentielles, mais doivent être précédées par des opérations de conservation curative pour assurer la réduction des risques à long terme.

### Le cinabre : mesures de conservation curative

L'impact des chlorures dans les réactions chimiques aboutissant au noircissement du cinabre étant avéré, il a été choisi de procéder à des tests de dessalement (**fig. 13**) visant à extraire ces sels contenus dans les enduits peints, pour vérifier si cette opération pourrait réduire ou empêcher l'altération chromatique.

Chacun des tests consiste à couper en deux un fragment de peinture afin de conserver un premier échantillon témoin pendant qu'un second est soumis à un test de dessalement; ensuite, les deux échantillons sont replacés à la lumière simultanément et leur évolution chromatique est contrôlée pour évaluer l'efficacité de l'opération. Plusieurs protocoles de dessalement ont été testés : l'application de compresses sur le revers des fragments a d'abord été favorisée (cette méthode a pour intérêt d'éloigner les chlorures de la couche picturale); des tests d'immersion partielle ou totale (bains) ont également été menés et des tentatives d'application de compresses sur la surface ont finalement été envisagées. Déjà, il apparaît nettement que la mobilisation des sels, c'est-à-dire leur éloignement de la couche picturale, permet de minimiser le noircissement. Cela confirme bel et bien l'intérêt du dessalement, bien que l'extraction des sels ait été plus ou moins réussie selon les procédés employés. Des analyses viennent appuyer certains de ces tests, pour quantifier les espèces salines présentes dans les matériaux et évaluer l'effectivité du dessalement.



**Figure 13** Différents fragments soumis à des tests de dessalement. © M. Rapilliard, ACRM-MDAA.

L'ACRM tente actuellement d'affiner ces procédés, car la complexité réside dans la nécessité d'établir un protocole applicable à l'échelle de milliers de fragments. En effet, il s'agit aujourd'hui de vérifier que cette réduction de l'altération est durable, mais également d'établir un protocole pouvant être mis en œuvre de manière raisonnable sur l'ensemble des décors de la maison de la Harpiste comportant du cinabre.

Ces recherches sont en cours et leurs résultats guideront les traitements de restauration et les préconisations de conservation adaptés à ces peintures hautement sensibles. La possibilité de présenter les décors de la maison de la Harpiste reste donc conditionnée par l'avancée de ces travaux, menés au sein de l'ACRM en partenariat avec plusieurs collaborateurs scientifiques.

## Conclusion

Le projet de recherche et de mise en valeur des vestiges de la maison de la Harpiste au sein des collections du MDAA a pu émerger et prendre corps, car il bénéficie de deux atouts majeurs. La fouille ayant été menée dans le cadre d'une opération archéologique programmée, les aléas du terrain ont pu être surmontés en prolongeant les délais de fouille avec le soutien des bénévoles.

Le binôme d'archéologues et restaurateurs au sein de la même institution permet de surmonter financièrement et techniquement les imprévus auxquels l'équipe est confrontée, aussi

bien sur le terrain qu'en post-fouille, en adaptant le calendrier aux découvertes inattendues ainsi qu'aux aléas climatiques et techniques.

La nature des découvertes exceptionnelles a initié au sein de l'ACRM un travail de recherche sur la problématique de l'altération du cinabre, qui est l'occasion de développer une expertise, soutenue par plusieurs partenariats scientifiques.

Il reste à poursuivre le dialogue conservateur - restaurateur - archéologue pour co-construire le projet muséographique. Cette réflexion n'en est qu'à ses débuts. Elle est conditionnée à la fois par le rendu fin 2024 du rapport scientifique et des restitutions des décors par le toichographe de l'INRAP, mais également par la mise en œuvre d'un *modus operandi* qui sera proposé par les conservateurs-restaurateurs à l'issue des recherches sur le cinabre actuellement en cours. Fin 2024, l'équipe aura toutes les cartes en main pour choisir le mode de présentation au regard des contraintes d'espace et de conservation. Bien que le projet ne soit pas encore abouti, la programmation de travaux dans les collections permanentes du musée est dès à présent envisagée, avec l'objectif de présenter les peintures murales dans quelques années, qui viendront alimenter les discours sur la romanisation d'*Arelate* et sur le décor et l'architecture domestique.

Conjointement à toutes les actions de fouille, de recherche et de restauration, une sensibilisation accrue du public a été mise en œuvre grâce au travail porté par les équipes de médiation et de la communication du MDAA. Aux visites proposées en présentiel sur le terrain, en laboratoire de recherches et dans l'atelier de conservation-restauration s'ajoutent des conférences, des visites virtuelles (Digiscan 3D), des publications sur les réseaux sociaux et les pages internet du MDAA et de l'INRAP. L'enjeu est d'évaluer le bénéfice / risque dans ce type d'action et de sensibiliser le public aux contraintes d'étude, de conservation et d'exposition.

## Références bibliographiques

- Anaf A., Janssens K., De Wael K.** (2013), « Formation of metallic mercury during photodegradation/ photodarkening of Hgs : electrochemical evidence », *Angewandte Communications International Edition*, Vol. 52, p. 12568-12571.
- Boislève J.** (2016), « Fouiller et lire les décors peints pour révéler l'architecture. Méthodologie appliquée à l'archéologie préventive », *Archéopages*, N° 43, p. 88-101.
- Boislève J., Rothé M.-P.** (2020), « Le poète et les Muses : peintures murales de la pièce XXVIII de la maison d'Aïôn à Arles (Bouches-du-Rhône) », dans Boislève J., Monier F. (dir.), *Peintures murales et stucs d'époque romaine, études toichographologiques, Actes du 30<sup>e</sup> colloque de l'AFPMA tenu à Arles les 24 et 25 novembre 2017*, Bordeaux, Ausonius (coll. Pictor, 8), p. 35-56.
- Boislève J., Rothé M.-P.** (2022), « La maison de la Harpiste à Arles, une luxueuse demeure tardo-républicaine », *Archeologia*, N° 605, p. 26-35.
- Boislève J., Rothé M.-P.** (coll.) (2022), « Un partenariat scientifique au service d'un patrimoine unique : les décors peints de la maison tardo-républicaine de la Harpiste à Arles », *Archéopages*, Hors série, N° 6, p. 446-452.
- Boislève J., Rothé M.-P., Barberan S.** (2020), « La maison de la Harpiste et ses décors de deuxième style pompéien, bilan de quatre années de fouilles sur le site de la Verrerie à Arles (Bouches-du-Rhône) », dans Boislève J., Monier F. (dir.) *Peintures murales et stucs d'époque romaine, études toichographologiques, Actes du 30<sup>e</sup> colloque de l'AFPMA tenu à Arles les 24 et 25 novembre 2017*, Bordeaux, Ausonius (coll. Pictor, 8), p. 17-34.
- Cotte M., Susini J., Metrich N., Moscato A., Gratzu C., Bertagnini A., Pagano M.** (2006), « Blackening of pompeian cinnabar paintings : X-ray microspectrometry analysis », *Analytical chemistry*, Vol. 78, N° 21, p. 7484-7492.
- Cotte M., Susini J., Armando Solé V., Taniguchi Y., Chillida J., Checroun E., Walter P.** (2008), « Applications of synchrotron-based micro-imaging techniques to the chemicals analysis of ancient paintings », *Journal of analytical atomic spectrometry*, N° 23, p. 820-828.
- Da Pieve F., Hogan C., Lamoën D., Verbeeck J., Radepon M., Cotte M., Janssens K., Gonze X., Van Tendeloo G.** (2013), « Casting light on the darkening of colors in historical paintings », *Physical review letters*, Vol. 111, 208302, p. 1-5.
- Elert K., Pérez Mendoza M., Cardell C.** (2021), « Direct evidence for metallic mercury causing photo-induced darkening of red cinnabar tempera paints », *Communications chemistry*, Vol. 4, art. 174. Disponible sur : <<https://www.nature.com/articles/s42004-021-00610-2>>
- Gettens R. J., Feller R. L., Chase W. T.** (1972), « Vermilion and cinnabar », *Studies in conservation*, 17, p. 45-69.
- Guimier-Sorbets A.-M.** (2019), « La peinture sur les sols de mortier et les mosaïques d'époque hellénistique : modes d'emploi d'une polychromie, architecturale largement méconnue », *Techne*, N° 48, p. 27-33. Disponible sur : <<https://journals.openedition.org/techne/1956?lang=en>>
- Keune K., Boon J. J.** (2005), « Analytical imaging studies clarifying the process of the darkening of vermilion in paintings », *Analytical chemistry*, Vol. 77, N° 15, p. 4742- 4750.
- Martin A., Rapilliard M.** (2022), « Conservation-restauration de l'ensemble dit du Poète (fin du II<sup>e</sup> s. ap. J.-C., Arles : réflexions autour de la problématique du noircissement du cinabre », dans Boislève J., Carrive M., Monier F. (dir.), *Peintures et stucs d'époque*

romaine, études toichographologiques, :Actes du 32<sup>e</sup> colloque de l'AFPMA, Nîmes, 22 et 23 novembre 2019, Bordeaux, Ausonius (coll. Pictor, 11), p. 203-219.

**Neiman M. K., Balonis M., Kakoulli I.** (2015), « Cinnabar alteration in archaeological wall paintings : an experimental and theoretical approach », *Applied physics A, Materials science and processing*, N° 121, p. 915-938. Disponible sur : <[https://www.academia.edu/15927255/Cinnabar\\_alteration\\_in\\_archaeological\\_wall\\_paintings\\_an\\_experimental\\_and\\_theoretical\\_approach](https://www.academia.edu/15927255/Cinnabar_alteration_in_archaeological_wall_paintings_an_experimental_and_theoretical_approach)>

**Pérez-Diez S.** (2021), « When red turns black : influence of the 79 A.D. volcanic eruption and burial environment on the blackening/darkening of pompeian cinnabar », *Analytical chemistry*, Vol. 93, N° 48, p. 15870-15877.

**Radepont M., Coquinot Y., Janssens K., Ezrati J.-J., de Nolf W., Cotte M.** (2015), « Thermodynamic and experimental study of the degradation of the red pigment mercury sulfide », *Journal of analytical atomic spectrometry*, N° 30, p. 599-612.

**Radepont M., de Nolf W., Janssens K., Van der Snickt G., Coquinot Y., Klaassen L., Cotte M.** (2011), « The use of microscopic X-ray diffraction for the study of HgS and its degradation products corde-roite, kenhsuite, and calomel in historical paintings », *Journal of analytical atomic spectrometry*, N° 26, p. 959-968.

**Rothé M.-P., Boislève J., Barberan S.** avec la collaboration de **Clément B., Fabre M., Françoise J., Gafa R., Genot A., Heijmans M.** (2017), « La maison de la Harpiste et son décor à Arles (Bouches-du-Rhône) : nouvelles données sur l'occupation tar-do-républicaine d'Arelate », *Gallia*, N° 74.2, p. 43-76. Disponible sur : <<https://journals.openedition.org/gallia/2185>>.

**Rothé M.-P., Genot A.** (2014), « Arles – Verrerie de Trinquetaille », *Bilan scientifique régional PACA 2013*, Aix-en-Provence, Direction régionale des Affaires culturelles, p. 87-89.

**Rothé M.-P., Heijmans M.** (2008), *Arles, Crau, Camargue*, Paris, AIBL (coll. CAG, 13/5), 906 p.

**Spring M., Grout R.** (2002), « The blackening of vermilion : an analytical study of the process in paintings », *National Gallery technical bulletin*, N° 23, p. 50-61.

**Terrapon V., Béarat B.** (2010), « A study of cinnabar blackening; new approach and treatment perspective », 7<sup>e</sup> *Conférence internationale sur la science et la technologie en archéologie et conservation*, Petra, Jordanie.

**Vitruve** (1995), *De l'architecture*, livre VII, trad. : Liou B., **Zuinghedau M.**, commentaire : Cam M. T., Paris, éd. Les Belles Lettres, CUF, p. 30-32.

## Les auteurs

**Marie-Pierre Rothé** Archéologue, attachée territoriale de conservation, musée départemental Arles antique, [mariepierre.rothe@departement13.fr](mailto:mariepierre.rothe@departement13.fr)

**Marion Rapilliard** Conservatrice-restauratrice, Atelier de conservation et de restauration du musée départemental Arles antique, [marion.rapilliard@departement13.fr](mailto:marion.rapilliard@departement13.fr)

**Aurélie Martin** Conservatrice-restauratrice, attachée territoriale de conservation. Atelier de conservation et de restauration du Musée départemental Arles antique, [aurelie.martin@departement13.fr](mailto:aurelie.martin@departement13.fr)  
Musée départemental Arles antique - Presqu'île du Cirque romain - BP 205 - 13635 Arles Cedex

# ANALYSE 3D D'UN AMAS EN ALLIAGE FERREUX D'ÉPOQUE ANTIQUE DÉCOUVERT DANS LE VAR

PATRICK DIGELMANN, ALIX EYMAR, KOSTANTINOS GKARAGIS, JEAN-LUC MARI, SÉBASTIEN MAVROMATIS, FRANÇOISE MIELCAREK

**Résumé** Dans le cadre d'une collaboration entre les archéologues du Service départemental de l'archéologie du Var et les conservateurs-restaurateurs du LC2R de Draguignan, un projet de fouille virtuelle d'un amas métallique archéologique, découvert sur la commune de Saint-Zacharie, fut initié en 2021. L'objectif est de parvenir, après reconstruction 3D de l'amas métallique à partir de volumes numériques issus de scanners, à segmenter les différents artefacts et permettre leur identification. Cette opération permet d'accéder de manière non invasive à des informations inaccessibles du point de vue macroscopique. Les conservateurs-restaurateurs seront ainsi en mesure de proposer aux archéologues des recommandations pour traiter et/ou conserver les objets. Outre l'intérêt scientifique, les différents documents numériques seront facilement accessibles par la communauté scientifique en favorisant les échanges et la recherche.

**Mots clés** conservation-restauration, mobilier archéologique métallique, reconstruction 3d, fouille virtuelle, valorisation du mobilier archéologique métallique, CND.

## Introduction

En 2019, un amas métallique informe est confié au Laboratoire de conservation, restauration et recherche (LC2R) pour expertise. Un projet de fouille virtuelle de cet amas est proposé, élaboré et piloté par Françoise Mielcarek<sup>1</sup>, conservatrice-restauratrice métal/matériaux composites. L'amas scanné par l'intermédiaire d'un CT scanner à rayons X a fait l'objet d'une acquisition sous la forme d'un volume numérique de données.

Le premier objectif du projet est de réaliser une fouille virtuelle de l'amas métallique afin de faciliter le tri virtuel des artefacts et de récupérer, de manière non invasive, différents types d'informations inaccessibles du point de vue macroscopique (dimensions, épaisseurs, états de conservation des objets, etc.). Ce premier tri offrirait aux conservateurs-restaurateurs de distinguer les objets de l'amas à faire traiter en priorité. Ce projet permettrait donc une étude virtuelle voire une reconstruction 3D des objets.

Le deuxième objectif porte sur la mise au point d'un logiciel permettant aux professionnels du patrimoine d'effectuer par eux-mêmes cette fouille virtuelle.

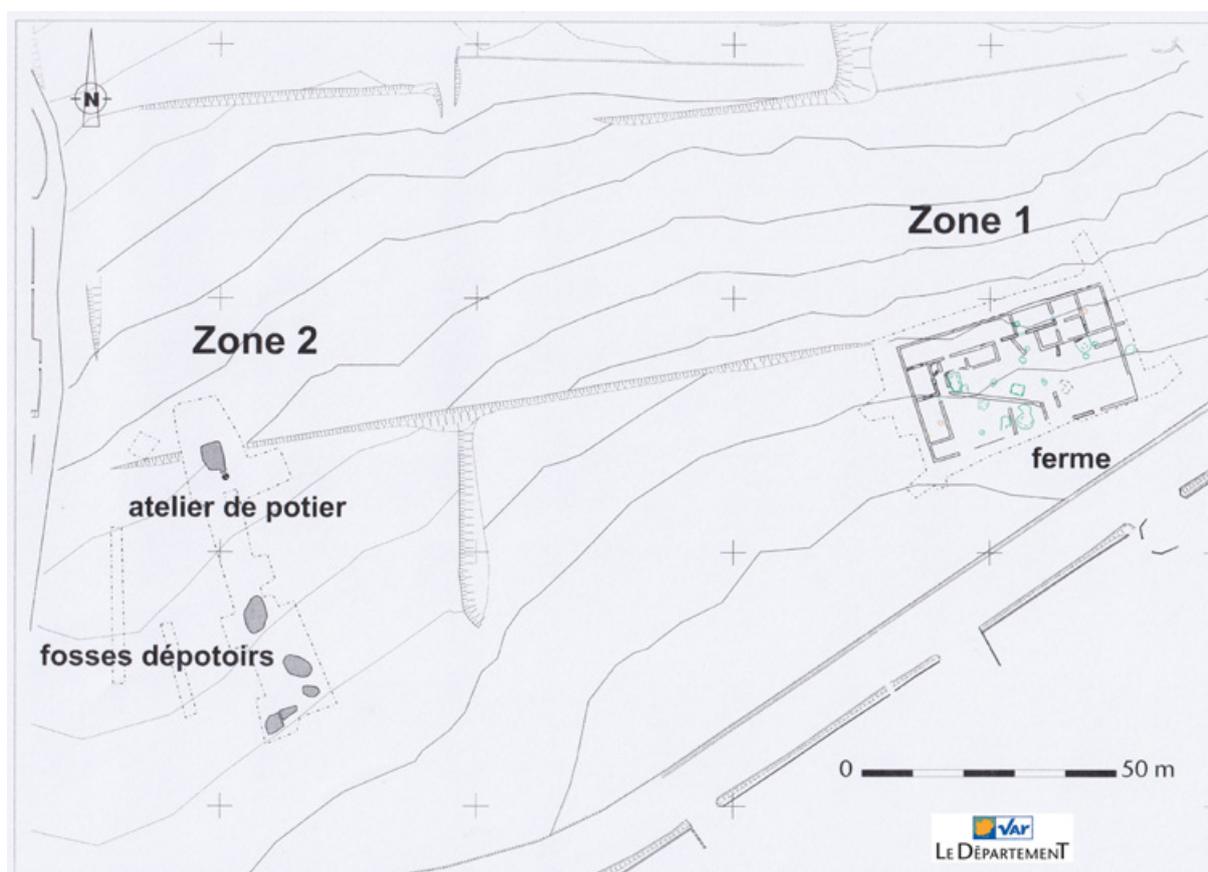
---

<sup>1</sup> Responsable du projet et autrice à contacter.

Accompagné par le dispositif RUE, le LC2R fut mis en contact avec l'équipe G-Mod du laboratoire d'Informatique et Systèmes d'Aix-Marseille Université – LIS afin de proposer un projet d'étude ou de stage au Master 2. Une étudiante en Master 2 Informatique (parcours Géométrie et Informatique graphique - GIG), Alix Eymar, fut retenue pour un stage de 6 mois au sein du LC2R d'avril à octobre 2021.

## Contexte archéologique

De mai à juillet 2008, le service départemental de l'archéologie du Var a réalisé une fouille préventive sur la commune de Saint-Zacharie sous la direction scientifique de Patrick Digelmann. Cette opération, réalisée préalablement à la construction du collège des Seize Fontaines, a mis au jour le plan complet d'un bâtiment de ferme avec logis et cour, occupé entre la fin du I<sup>er</sup> et la fin du II<sup>e</sup> s. ap. J.-C. Deux zones ont été identifiées par le diagnostic de 2007 (**fig. 1**).



**Figure 1** Saint-Zacharie, Collège. Plan des fouilles de la zone 1 (ferme) et de la zone 2 (atelier de potier).  
© Patrick Digelmann, Service départemental de l'archéologie du Var.

Dans la zone 1, une ferme rustique du Haut-Empire (fin du I<sup>er</sup> à fin du II<sup>e</sup> s. ap. J.-C.), de 42 m par 24 m, avec un corps de bâtiment en forme de L et une grande cour attenante délimitée par un mur de clôture, fut intégralement fouillée sur une superficie de 1000 m<sup>2</sup> (Digelmann, Rodet-Belarbi, 2017).

Dans la zone 2, la fouille a mis au jour un atelier de potier, daté par sa production de céramiques et par l'archéomagnétisme de la première moitié du V<sup>e</sup> siècle, ainsi que des fosses d'extraction d'argile (Digelmann *et al.*, 2010).

L'amas métallique fut découvert dans la pièce 20 située à l'extrémité sud du corps de bâtiment (zone 1), le long du mur Mr35, à côté d'une entrée cochère (fig. 2). Il pourrait s'agir d'un enclos - dépourvu de toiture - et réservé au gros bétail.



**Figure 2** Saint-Zacharie, Collège. Plan des fouilles de la zone 1 avec localisation de l'amas ferreux dans l'angle sud-est de la ferme. © Patrick Digelmann, Service départemental de l'archéologie du Var.

## Expertise du LC2R

Cet amas (fig. 3) fut confié au LC2R en 2019 pour expertise. Suite à la couverture photographique et radiographique, l'amas a ensuite fait l'objet d'un constat d'état.

Ses dimensions sont : L = 24,5 cm ; l = 16,5 cm et son poids de 1667 g.



**Figure 3** Amas métallique brut de fouilles (avers et revers). © Françoise Mielcarek, LC2R Draguignan.

Tout au long de ce processus, les opérations de manipulation de l'amas se sont avérées délicates en raison de sa grande fragilité. Une discussion s'est alors engagée avec les archéologues avec présentation d'un « plan d'action ».

Le budget restauration étant limité, une autre approche plus innovante fut mise en place afin d'accéder de manière non invasive aux informations pour les transmettre aux archéologues et pour cibler les objets qui seront destinés à être restaurés ultérieurement.

Un projet de « fouille virtuelle de l'amas » fut élaboré et proposé aux archéologues. Pour mener à bien ce projet, une démarche a été entreprise auprès du dispositif RUE, qui facilite le Rapprochement Université / laboratoires – Entreprises. Ce dispositif a permis de contacter l'équipe G-Mod du laboratoire d'Informatique et Systèmes d'Aix-Marseille Université - LIS et cette rencontre a donné lieu à la rédaction d'une offre de stage auprès des étudiants de cette université.

Une étudiante en Master 2 Informatique (parcours Géométrie et Informatique graphique – GIG), Alix Eymar a été retenue pour un stage de 6 mois au sein du LC2R d'avril à octobre 2021.

Les principaux objectifs de ce stage sont les suivants :

- visualiser correctement les différents objets emprisonnés et, ce, de manière non invasive;
- effectuer un premier tri virtuel (dimensions, épaisseurs, état de conservation, etc.);

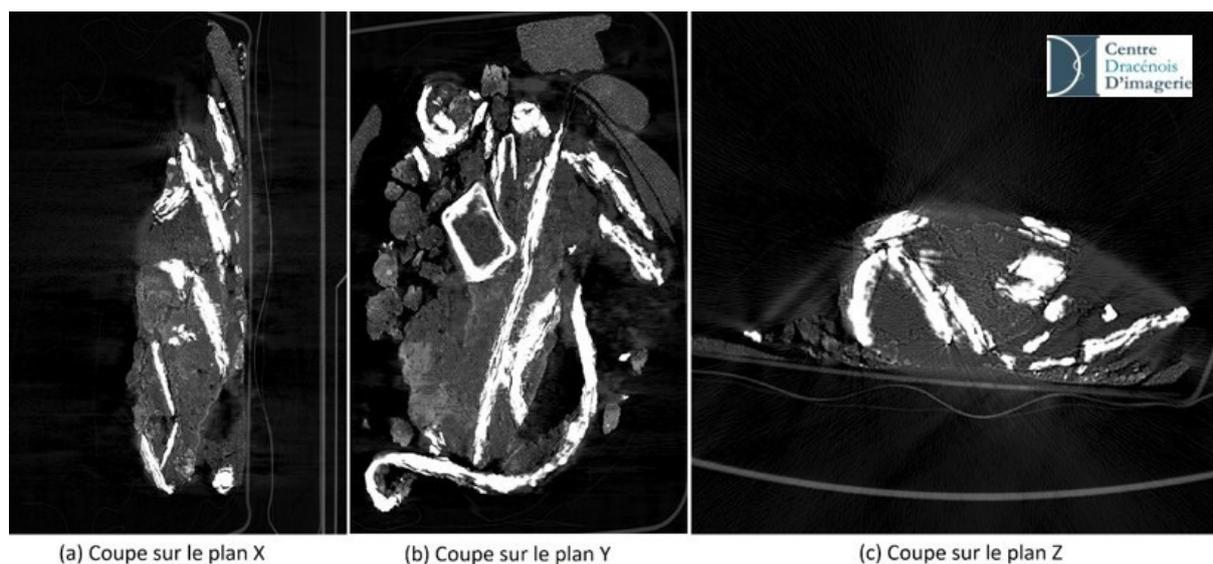
- planifier les interventions en fonction des budgets alloués;
- permettre l'étude, la reconstruction 3D des objets voire leur impression 3D.

L'objectif final vise donc à faciliter les échanges avec la communauté scientifique et à développer la valorisation du mobilier métallique archéologique.

## Acquisition des images scanner

L'amas métallique fut radiographié au moyen d'un CT scanner (computed tomography scanner) à rayons X à la polyclinique de Draguignan par le Dr. Konstantinos Gkaragis.

Le scanner a été configuré à 140 kV, ce qui correspond à une des configurations d'énergie les plus élevées pour traverser les objets métalliques corrodés contenus dans l'amas et les faire apparaître clairement sur les images. Le volume numérique obtenu, en  $512 \times 512 \times 809$  pixels, se compose d'une pile d'images en coupes au format DICOM (fig. 4), principalement utilisées dans le domaine de l'imagerie médicale, chaque coupe représentant une tranche d'un objet. Les intensités des pixels dans l'image correspondent à des niveaux de gris, eux-mêmes associés à une UH, ou unité de Hounsfield, permettant de mesurer la radiodensité d'un objet ou d'un corps. Le calcul de cette radiodensité se fait en fonction des valeurs standards configurées pour le scanner.



**Figure 4** Images sous format DICOM en  $512 \times 512 \times 819$  pixels.  
© Konstantinos Gkaragis, Centre d'imagerie médicale dracénois, Draguignan.

## Traitement et représentation en 3D de l'amas

Après récupération du volume numérique de l'amas et visualisation 2D, une méthode à appliquer fut déterminée pour obtenir un premier résultat.

Les objets, d'intensité très élevée, apparaissent blancs à l'écran et on observe également la présence de sédiments mêlés aux produits de corrosion. Ces éléments allogènes, présents autour des objets, empêchent la bonne visualisation des objets en 3D. Ils doivent donc être éliminés à l'aide d'un nettoyage sur les images.

La première étape a consisté à appliquer un seuillage (**fig. 5**) sur les images, destiné à nettoyer et à effectuer une forme de binarisation. La binarisation est un procédé qui permet de créer une image possédant deux classes de pixels : les pixels que l'on souhaite garder et ceux que l'on souhaite ignorer. Le seuillage s'effectue en décidant d'une valeur d'intensité maximum et d'une valeur d'intensité minimum, ce qui permet de récupérer les pixels aux intensités situées entre ces deux valeurs. Les pixels dont l'intensité est inférieure et/ou supérieure aux valeurs minimum et maximum seront définis à zéro et apparaîtront noirs sur l'image, les intensités minimum et maximum devront être choisies par un utilisateur. Cela permet de se concentrer uniquement sur les objets métalliques.



**Figure 5** Traitement de seuillage appliqué sur les images sous format DICOM  
 © Konstantinos Gkaragis, Centre d'imagerie Médicale Dracénois, Draguignan  
 et © Alix Eymar, Aix-Marseille Université, LIS, Équipe G-Mod, Marseille.

Une fois le nettoyage des volumes numériques effectué, on cherche à définir les contours des objets contenus dans l'amas (**fig. 6**), c'est-à-dire la limite entre le fond de l'image et les objets. La détection des contours s'effectue en regardant pour chaque pixel dans l'image les 8 pixels voisins qui l'entourent. Considérant le fond de l'image à l'intensité 0, et les objets à une intensité  $I$ , pour un pixel courant à l'intensité  $I$ , si au moins un de ses voisins est d'intensité 0, et qu'au moins un voisin à une intensité différente de 0, alors le pixel traité peut être considéré comme un point de contour. À l'aide de cette méthode, on traite toute l'image pour ne retenir que les pixels qui nous intéressent. Pour chaque pixel, on récupère sa position  $(x,y)$  sur l'image, ainsi que sa position  $z$  qui correspond à la coupe dans le volume, et on sauvegarde l'information dans un fichier texte au format XYZ. Le format XYZ est un format

simple d'utilisation qui peut stocker des positions, des couleurs et d'autres informations sur les points. Ce fichier pourra par la suite être importé dans l'application pour afficher l'amas sous forme d'un nuage de points dans une vue 3D.



**Figure 6** Définition des contours des objets.

© Alix Eymar, Aix-Marseille Université, LIS, Équipe G-Mod, Marseille.

Après avoir établi un état de l'art des connaissances, certains algorithmes, ainsi que des outils informatiques, ont été retenus pour la visualisation 3D de l'amas, notamment la librairie python Open3D, qui a amené à la représentation de l'amas sous forme d'un nuage de points. Cette librairie peut prendre un fichier XYZ en entrée et afficher les points contenus dans ce dernier au sein d'une vue 3D. La représentation de l'amas sous forme d'un nuage de points permet tout d'abord d'avoir une structure de données simple, car il suffit uniquement de gérer l'affichage de points à l'écran et non pas d'un maillage complet avec des faces et des arêtes au sein de la structure. On allège ainsi l'affichage du volume et on conserve aussi avec une plus grande fidélité la géométrie de l'amas, sans passer par une approximation des surfaces, comme ce serait le cas avec un maillage. Le choix d'un nuage de points permet aussi d'envisager par la suite une reconstruction du volume sous forme d'un maillage pour effectuer des analyses plus poussées, comme la détection de fissures, ou encore de collages d'éléments brisés par analyse des cassures. Certaines de ces analyses nécessiteront probablement la représentation de l'amas sous la forme d'un maillage.

Ces différents traitements ont permis la représentation 3D de l'amas sous forme de nuages de points colorés (fig. 7).

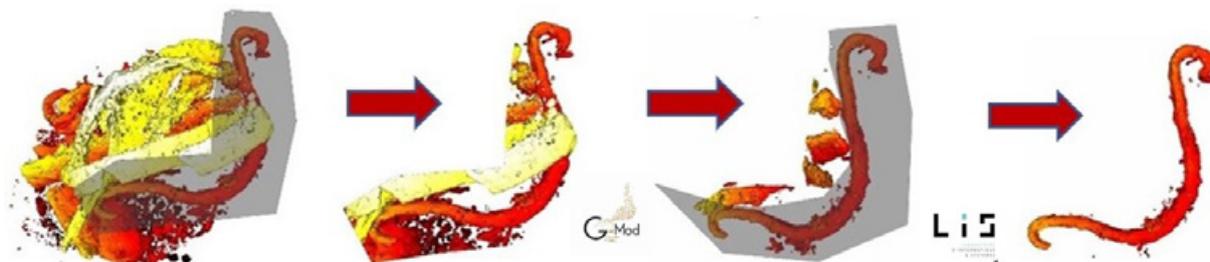


**Figure 7** Représentation 3D de l'amas sous forme de nuages de points colorés.  
© Alix Eymar, Aix-Marseille Université, LIS, Équipe G-Mod, Marseille.

## Segmentation supervisée de l'amas

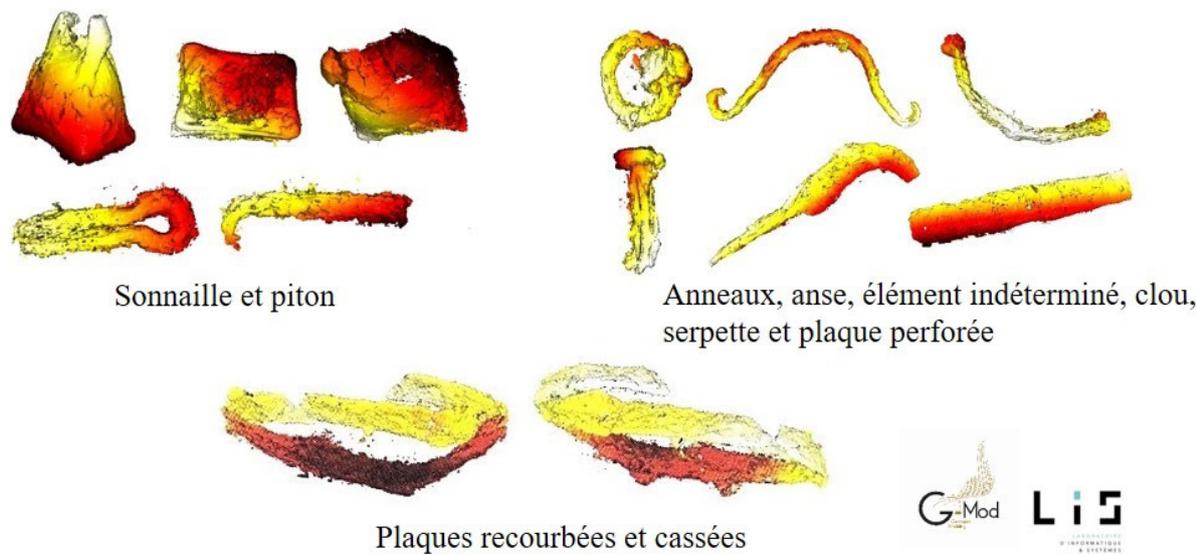
Une segmentation est réalisée avec l'aide de la bibliothèque Open3D, qui offre le moyen d'effectuer un découpage manuel sur un nuage de points importé dans le logiciel de visualisation 3D. Grâce à cette fonctionnalité, il est possible d'effectuer une première segmentation manuelle de l'amas et de séparer chaque objet. Cela a permis dans un premier temps d'analyser les objets séparément et d'observer certains détails comme des cassures ou des perforations. Chaque objet découpé peut ensuite être sauvegardé au format PLY et être importé à nouveau dans la vue 3D pour être observé et manipulé.

Suite à la reconstruction 3D de l'amas, une segmentation supervisée a donc été réalisée de manière manuelle (**fig. 8**).



**Figure 8** Différentes étapes de la segmentation partielle du nuage de points.  
© Alix Eymar, Aix-Marseille Université, LIS, Équipe G-Mod, Marseille.

Cette méthode a permis l'extraction virtuelle d'une dizaine d'objets présents dans l'amas : une sonnaile en alliage cuivreux dépourvue de battant et présentant un anneau de suspension incomplet, un piton en fer dont l'extrémité est recourbée, un anneau associé à un petit anneau en fer, une anse en fer, un élément indéterminé en fer, un clou en fer, une serpette en fer dont l'extrémité est cassée, une plaque en fer avec trois perforations, des plaques en fer recourbées et cassées (**fig. 9**). Elle a en outre amélioré la visualisation des outils et des informations masquées par les sédiments et les produits de corrosion.



**Figure 9** Mise en évidence d'une dizaine d'outils.  
 © Alix Eymar, Aix-Marseille Université, LIS, Équipe G-Mod, Marseille.

## Conclusion

Ce projet effectué dans un laboratoire de conservation-restauration dans le cadre d'une prise en charge et d'une expertise d'un amas métallique montre l'intérêt d'une collaboration multidisciplinaire.

En effet, ce travail de Master 2 GIG de 6 mois a permis de :

- développer une application pour l'affichage et le traitement des données DICOM;
- générer un nuage de points représentant l'amas et les objets;
- développer une application pour la visualisation, la segmentation des nuages de points et l'exportation des objets au format PLY.

Les perspectives envisagées sont d'effectuer plusieurs acquisitions avec des niveaux d'énergies différents de 140 kV et d'obtenir des piles d'images DICOM à haute définition  $2000 \times 2000 \times 809$  pixels, permettant de stocker davantage d'informations sur les objets et sur leurs géométries. Un autre point déjà abordé est la reconstruction de l'amas en un maillage à partir du nuage de points déjà obtenu. Pour cela, l'algorithme du marching cube serait parfaitement adapté, car les données nécessaires à son fonctionnement sont déjà à notre disposition.

Une autre amélioration serait la création d'une application simple d'utilisation et accessible à tous les professionnels du patrimoine, intégrant la visualisation de volumes numériques, de nuages de points et éventuellement de maillages, avec un accès à des outils de mesures, l'intégration d'annotations et de retouche manuelles. La visualisation 3D de l'amas est désormais réalisable, mais la segmentation est encore limitée, c'est pourquoi une des évolutions possibles serait d'avoir accès à une segmentation semi-automatique.

En tant que professionnelle de la conservation-restauration du patrimoine, le développement préliminaire de cette application a permis :

- de visualiser et de manipuler les objets en 3D;
- d'accéder à des informations complémentaires;
- de réaliser rapidement des études parfaitement non-invasives.

Cet outil doit être considéré à la fois comme une aide au diagnostic pour identifier les objets archéologiques métalliques, à terme leur état de conservation et comme une aide à la décision et à la planification des interventions. En effet, dès qu'un objet est extrait de son site de fouille, l'équilibre avec son environnement est perturbé et des processus d'altération se mettent en place et peuvent conduire à des pertes irréversibles des informations qu'il renferme avant qu'une décision soit prise pour sa dévolution et son traitement.

Il pourrait également servir de support de communication 3D pour la valorisation des artefacts exhumés. L'archivage et l'exploitation des données seront facilités et permettront de développer les échanges entre les professionnels du patrimoine voire le grand public.

À terme, cet outil pourrait favoriser l'émergence de nouvelles pratiques professionnelles ou de nouveaux métiers

L'objectif général du projet est de promouvoir l'étude et la valorisation des objets archéologiques métalliques en réalisant des fouilles et des études virtuelles. Cette démarche rentre parfaitement dans le cadre de la loi 2001 sur l'archéologie préventive, qui stipule que la stabilisation doit-être favorisée par rapport à l'intervention directe sur les objets.

Le principal enjeu de ce projet est de faciliter l'accès des différents acteurs de l'archéologie à la modélisation 3D.

## Références bibliographiques

- Digelmann P.**, avec la collaboration de **Conte A., Gébara C., Borréani M. et Laurier F.** (2010), « Une production inédite en Provence dans l'Antiquité : les céramiques de type "Luisante" du four de Saint-Zacharie (Var) », *BAP*, 33, p. 91-104.
- Digelmann P.**, Rodet-Belarbi I., (2017), « Pratiques rituelles en milieu rural. Note sur un dépôt d'offrandes dans un établissement agropastoral du Haut-Empire (Saint-Zacharie, Var) », *BAP*, 38, p. 29-63.

### Les auteurs

**Patrick Digelmann** Archéologue de collectivité et responsable d'opération au Service départemental de l'archéologie du Var. Spécialiste de la période romaine et de l'archéologie rurale, il réalise des fouilles et des diagnostics sur l'ensemble du département du Var depuis vingt ans. Il est chercheur associé à l'UMR 7268 (Université Côte d'Azur – CEPAM), [pdigelmann@var.fr](mailto:pdigelmann@var.fr)

**Alix Eymar** Développeuse, diplômée de la faculté des sciences de Luminy d'un master en Géométrie et Informatique graphique (GIG), obtenu en septembre 2021. C'est vers avril 2021, à la fin de son master 2, qu'elle a commencé à travailler sur le projet de fouille virtuelle de l'amas archéologique dans le cadre de son stage de fin d'étude. Ayant rejoint l'équipe de la société Reactiv'IP à la fin de ses études, elle se concentre principalement aujourd'hui sur l'édition de logiciels de traitement d'images, et sur l'amélioration de la librairie IP SDK, qui implémente un grand nombre d'algorithmes dédiés au traitement d'images, [eymar.alix@gmail.com](mailto:eymar.alix@gmail.com)

**Kostantinos Gkaragis** Né le 20/02/1970 à Komotini (Grèce). Il a obtenu son baccalauréat grec en 1987 à Thessalonique. De 1989 à 1996, il a effectué ses études de Médecine à l'université de Liège. De 1996 à 2002, il est devenu assistant à l'université de Liège au service d'Imagerie médicale. Il s'est installé en France en novembre 2002 en tant que docteur spécialiste en radiologie, en tant que PH au Centre hospitalier de Draguignan (jusqu'en 2005) et associé au Centre d'imagerie médicale dracénois. Il a créé en 2008 la SAS Scanner à la clinique Notre-Dame à Draguignan, [konstantinos.gkaragis@sfr.fr](mailto:konstantinos.gkaragis@sfr.fr)

**Jean-Luc Mari** A obtenu son doctorat en Informatique en 2002. Il est devenu maître de conférences en 2003 et a obtenu son « habilitation à diriger des recherches » en 2011. Il est devenu professeur des universités en 2017. Il enseigne à la faculté des Sciences (Aix-Marseille Université) et il est membre du laboratoire d'Informatique et Systèmes (LIS), dans l'équipe G-Mod (Modélisation géométrique). Ses recherches portent sur l'informatique graphique, la modélisation géométrique, la géométrie discrète et plus particulièrement l'extraction de caractéristiques géométriques et topologiques, [jean-luc.mari@univ-amu.fr](mailto:jean-luc.mari@univ-amu.fr)

**Sébastien Mavromatis** Professeur à l'université d'Aix-Marseille. Il est membre du laboratoire d'Informatique et de Systèmes (LIS), CNRS, UMR 7020 et dirige une équipe de recherche spécialiste du domaine de la modélisation géométrique. Il est régulièrement impliqué dans des projets de coopération internationale en Chine, au Pérou et en Algérie. Il a participé à plusieurs projets de recherche et développement avec des industries françaises et internationales. Ses travaux de recherche s'inscrivent dans les domaines de la reconstruction 3D, l'apprentissage automatique et la réalité mixte, [sebastien.mavromatis@univ-amu.fr](mailto:sebastien.mavromatis@univ-amu.fr)

**Françoise Mielcarek** Conservatrice-restauratrice métal/matériaux composites au LC2R de Draguignan depuis août 2005. Diplômée du master de Conservation-restauration des biens culturels à l'université Paris I, Panthéon-Sorbonne, elle intervient sur le mobilier archéologique métallique pour le compte des musées de France, des musées privés et des services archéologiques. Elle est devenue associée de la SCOP LC2R en mars 2012. De plus, en charge de l'hygiène-sécurité au sein du LC2R, elle a mis place les bonnes pratiques de laboratoire (BPL). Ses activités de recherche portent sur le CND et sur les nouvelles technologies appliquées en conservation-restauration pour améliorer l'étude, la valorisation et la préservation du patrimoine, [fra.mielcarek@gmail.com](mailto:fra.mielcarek@gmail.com)

Nous tenons vivement à remercier Amandine Plantivaux, chargée d'affaires, dispositif Rapprochement Université / Laboratoires-Entreprises (RUE), pour son aide dans la mise en place du partenariat entre l'ensemble des collaborateurs.

# POLYPHONIE CORSE POUR ARCHÉOLOGUES ET CONSERVATRICE-RESTAURATRICE À ALÉRIA LAMAGHJONE (HAUTE-CORSE)

MARINA BIRON, LAURENT VIDAL

**Résumé** Lors de la fouille préventive partielle d'une nécropole d'époque romaine sur le site d'Aléria Lamaghjone, la découverte d'une tombe à couloir et à chambre d'époque étrusque a suscité une mesure de prescription complémentaire assez inédite : intégrer une conservatrice – restauratrice à l'équipe. Ce projet s'est concrétisé par la venue d'une spécialiste en préservation sur site, aux côtés des archéologues, tout au long de la fouille de cette tombe, soit durant quatre semaines. La préparation du PSTI (programme scientifique et technique d'intervention) complémentaire, élaboré par Hervé Petitot, directeur adjoint scientifique et technique à l'INRAP et Laurent Vidal, responsable d'opération, avait permis de réfléchir en amont à la manière d'articuler son intervention avec celle de l'équipe, déjà à l'œuvre depuis sept mois. Dans le but de concilier deux approches spécifiques dès le terrain, elle a été missionnée pour assister les archéologues et accompagner les objets durant leur exhumation, leur transport et leur prise en charge, d'abord sur le terrain puis en laboratoire, dans le cadre de cette découverte exceptionnelle.

**Mots-clés** conservation, mise à l'étude, fouille préventive, Aléria Lamaghjone, tombe à chambre d'époque étrusque, céramique étrusque peinte.

La fouille d'Aléria Lamaghjone est une illustration typique d'une nécropole avec des dépôts, ce qui est souvent le cas pour l'âge du Fer et l'Antiquité. Les compétences investies sur le terrain, par l'emploi d'un personnel spécialisé en préservation, ont eu pour résultat la garantie d'une conservation pérenne permettant l'étude des mobiliers exhumés. L'organisation pensée en amont et le temps qui peut sembler « gaspillé » sur le terrain ont eu, sans conteste, des répercussions positives indéniables sur toute la chaîne opératoire.

## Organisation et équipement

L'une des difficultés de l'organisation de la phase de fouille complémentaire à Aléria était que, jusqu'à cinq semaines de la fin, la forme et l'importance de la chambre sont restées masquées par la grande fosse d'une tombe à cercueil cloué d'époque romaine.

Dans le déroulement de l'opération, et après une phase de fouille de sept mois, la venue de la conservatrice-restauratrice devait être déclenchée entre la date considérée dans la convention complémentaire pour la fin du chantier et la date « mobile » de la mise au jour des premiers éléments de la tombe d'époque étrusque nécessitant sa présence (objet ou peinture murale, s'il y en avait).



**Figure 1** Vue de la tombe depuis le *dromos*.  
© P. Druelle.

Intégrer cette spécialité dès la phase terrain était un atout indiscutable, et le choix de la date de son arrivée, un nouveau paramètre à prendre en compte : il fallait que sa période d'intervention arrive à point nommé pour être optimale. Son insertion dans l'équipe de fouille a été planifiée au cours des réunions de chantier précédant sa venue et tout au long de la fouille (**fig. 1**).

Son rôle et sa responsabilité ont été clairement définis aux yeux de tous les membres de l'équipe, aussi bien pour la fouille de la sépulture d'époque étrusque que pour celle des 143 autres tombes plus récentes encore à étudier. Sa présence a également permis d'initier et d'accompagner les membres de l'équipe aux gestes qui assurent, après la phase terrain, un avenir au mobilier d'accompagnement des défunts (**fig. 2**). L'archéologue, par la fouille, est, en effet, le premier protagoniste qui dégage, prélève, conditionne pour garantir la bonne transmission du mobilier exhumé. De ses choix, dépend tout ce qui suivra et le laboratoire de conservation, en bout de course, ne pourra pas faire de « retour sur image ».



**Figure 2** Collaboration entre archéologue et conservatrice-restauratrice sur le terrain. © P. Druelle.

Sachant que les tombes d'époque étrusque à Aléria (Jehasse, Jehasse, 1973; Jehasse, Jehasse, 2001) livrent généralement entre dix et plus de cent objets, la première semaine a été mise à profit pour organiser l'espace de travail dédié à la conservation.

L'aménagement d'un « laboratoire » de campagne, dans un bungalow au plus près des équipes et du terrain, a permis de mettre en œuvre, sur site, des actions préventives individuelles et collaboratives (expertise sanitaire, dégagements, consolidations primaires, prélèvements délicats sur le terrain, photos et reconditionnement...) (fig. 3) et curatives (pré nettoyages, premiers soins d'assainissement, remontages provisoires d'objets morcelés...) un pas donc vers la mise en état pour étude<sup>1</sup>.



**Figure 3** Premiers nettoyages dans le bungalow-laboratoire. © P. Druelle.

Il nous faut préciser ici que certaines actions relevant du « *care* » ou « *caring* » qui se traduirait par le « prendre soin » gomme la frontière entre la conservation préventive et la conservation curative. En effet, la consolidation primaire réalisée sur le terrain est, à nos yeux, un acte de prévention visant à maintenir son état physique et oblige à entreprendre des gestes mutant le curatif en préventif. L'on s'éloigne de fait des définitions plutôt consacrées habituellement à l'étape suivante en laboratoire.

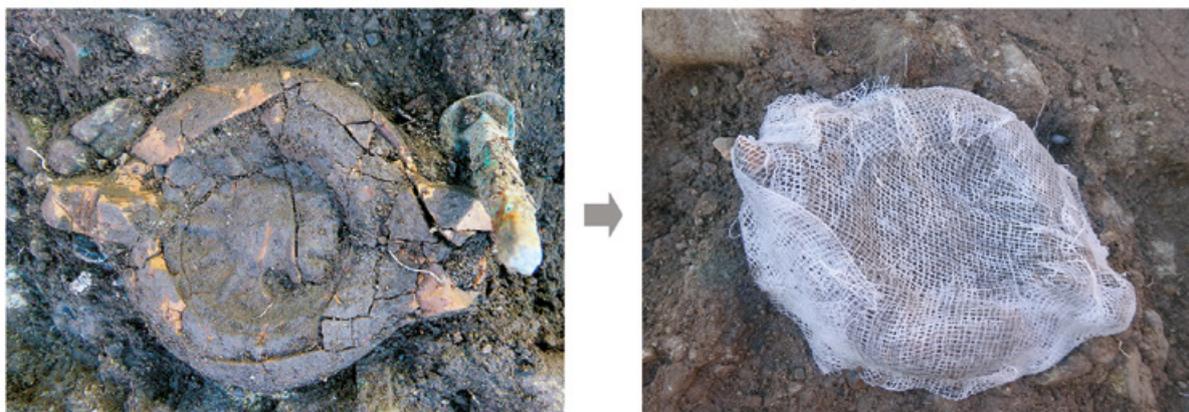
En prévision de la fouille de la chambre de la tombe d'époque étrusque, les protocoles d'exhumation (du sujet et des objets), de consolidation, d'enregistrement, de prélèvement et de conditionnement adoptés ont été d'abord testés pendant la poursuite de la fouille et de l'étude des dernières tombes d'époque romaine.

Seuls les artefacts issus de ces tombes ont fait l'objet de premiers soins dans le bungalow-laboratoire. Il s'agissait de se familiariser avec le travail de l'équipe qui allait opérer en espace contraint (archéologue, anthropologue, photographe, vidéaste, conservatrice), dans la perspective de privilégier toujours la perte minimum d'informations (notamment les possibilités d'analyses), l'intégrité des ossements du sujet et la conservation à long terme des mobiliers.

Cette mise en place d'une synergie des protocoles sur le terrain a bénéficié particulièrement à un type de mobilier fragile : les vases en verre déposés dans les sépultures à inhumation. Dans une grande partie des tombes d'époque romaine, le poids des sédiments les a assez systématiquement brisés en de nombreux fragments.

<sup>1</sup> La cellule conservation INRAP, au Centre archéologique de Bègles (33) a pris la relève.

Les techniques de levée en motte ou par entoilage (**fig. 4**), permettant aux tessons de rester peu ou prou en place près de leur position initiale et en connexion des morceaux mitoyens, ont été adoptées. Ce choix de prélèvement a facilité les nettoyages et les pré-remontages, dans le bungalow-laboratoire dédié, avant que le sédiment n'ait trop séché. L'investissement pris sur le terrain a démontré un temps incontestablement gagné sur la remise en état ultérieure, en laboratoire, avec un coefficient multiplicateur. En effet, l'œil du spécialiste en conservation est le premier outil à disposition pour enregistrer, évaluer et guider ensuite les gestes et actions requises. Chaque objet prélevé est examiné, pré-nettoyé, débarrassé du sédiment qui est une source d'instabilité, pré-consolidé si nécessaire et reconditionné. C'est un moment où sont posés les diagnostics et pronostics utiles pour la suite de traitements à engager en laboratoire.



**Figure 4** Prélèvement par entoilage d'une lampe à huile brisée en place. © M. Biron.

Compte tenu des moyens fixés à l'avance par une opération d'archéologie préventive, l'enchaînement des études doit correspondre à l'échéancier conventionnel du marché de fouille. Le rapport clôt l'opération par, entre autres, la remise de la sélection des biens archéologiques mobiliers à l'État. Pour finaliser l'inventaire réglementaire préalable au versement, tant pour les vases en verre que pour les céramiques, il faut souvent se résoudre à « dissoudre » les objets en mottes non pris en charge, pour nettoyer les fragments.

Cela permet aussi leur étude, mais avec une perte d'information. En général, les céramologues ou les spécialistes du verre réalisent des remontages plus ou moins partiels pour déterminer la forme des vases (souvent les embouchures et les fonds), ce qui prend toujours du temps sur leur étude propre (**fig. 5**).



**Figure 5** Prétraitement d'un verre romain dans le bungalow-laboratoire. © M. Biron.

Pour les objets métalliques complexes ou fragiles, l'avis à distance par téléphone de la conservatrice-restauratrice ne remplace pas la prise en charge sur le terrain, par le retrait raisonné de la gangue de terre encore tendre ou la réalisation d'un conditionnement adapté. Nous entrons par conséquent dans cette fameuse étape de « mise en état pour étude » prescrite par le législateur<sup>2</sup>.

Dans ces conditions, ne faudrait-il pas considérer *de facto* l'exhumation d'un objet comme le début de la mise en état pour étude? Si c'est le cas, la présence d'un personnel qualifié est alors nécessaire dès le terrain, comme le stipule ce récent décret<sup>2</sup>.

Dans la pratique, certains vases en verre ou en céramique, comme certains artefacts en fer, ne feront jamais l'objet d'un traitement pour étude ni même d'une restauration muséale, n'étant pas considérés comme des objets uniques ou de prestige pouvant bénéficier d'une mise de fonds importante.

De façon empirique, la quantité de moyens à engager pour conserver des données sur un objet et assurer sa préservation à long terme paraît suivre une courbe exponentielle, déterminée par la quantité de moyens investis au moment de son exhumation.

Il en est de même pour la longueur du délai de prise en charge avant son traitement pour étude et « stabilisation ».

Il est à noter que ce terme de « stabilisation » n'a pas toujours le même sens selon que l'on se situe côté prescripteur / opérateur ou côté conservateur-restaurateur.

Substitut à la terminologie énoncée dans le Code du patrimoine, par facilité langagière ou simplement galvaudé, le terme de « stabilisation » est fréquemment employé aujourd'hui, par les prescripteurs et les opérateurs. Il gagne parfois même les conservateur-restaurateurs, semant par-là une confusion sémantique. Il désigne dans ce cas la prise en charge globale du

<sup>2</sup> Art- R. 546-1 du décret du 7 juillet 2021 : le responsable scientifique d'opération doit assurer la sécurité des biens archéologiques mobiliers, leur conservation préventive et leur mise en état pour étude.

mobilier exhumé par un personnel qualifié et l'ensemble des traitements réalisés par lui, sur le terrain et en laboratoire, à des fins de conservation et d'étude.

Le terme métier, quant à lui, concerne une étape particulière du traitement d'un objet consistant à éradiquer un processus de dégradation en cours (ex. : déchloruration des métaux ferreux) et non un ensemble d'actions de préservation. Il est également souvent confondu avec la consolidation qui, pour le spécialiste, signifie redonner de la résistance mécanique à un matériau par l'application ou l'introduction d'un consolidant.

Pourquoi, alors, ne pas s'en tenir simplement au terme de « conservation » qui regroupe le préventif comme le curatif?

## Choix et protocoles

Au sortir de la fouille, les objets ne sont pas en mesure de livrer tout leur potentiel informatif. Seul le passage en laboratoire rend possible l'exploitation scientifique de la matière modifiée. Or, sur le terrain, les décisions doivent être prises avec rapidité en tenant compte des paramètres environnementaux qui impactent promptement les vestiges.

Il s'agit de garder le cap, en somme, en étant à l'écoute des autres intervenants présents, qui ne partagent pas forcément les mêmes priorités, et de trouver des compromis entre l'acquisition scientifique et la préservation patrimoniale.

Ainsi à l'ouverture de la tombe d'Aléria, et alors qu'apparaissait le premier *skyphos*, laissant présager la présence immédiate du second, la décision de consolider les parties fracturées en place et, donc, exposées, s'est imposée aussitôt, par l'application de papier Japon imprégné de consolidant (fig. 6), afin de protéger les surfaces peintes de rehauts blancs et de maintenir les vases brisés en place.



Figure 6 Consolidation *in situ* de deux *skyphoi* d'époque étrusque. © P. Druelle.

Puis, au fur et à mesure que le nombre de vases en céramique dégagés grandissait, l'espace disponible pour se mouvoir s'est réduit. Une mini-chaîne opératoire entre l'intérieur et l'extérieur de la tombe, s'appuyant sur la participation de l'étruscologue Federica Sacchetti, de



**Figure 7** Accompagnement collégial du mobilier extrait de la tombe. © P. Druelle.



**Figure 8** Des outils adaptés pour respecter les surfaces fragiles de l'amas composite aux pieds de la défunte. © P. Druelle.



**Figure 9** La tombe fouillée prête pour la photogrammétrie. © R. Haurillon.

la gestionnaire de mobilier, Coralie Meirone et de la conservatrice-restauratrice, s'est alors mise en place pour optimiser et sécuriser les prélèvements, l'emballage, l'enregistrement et l'évacuation des objets vers le bungalow (fig. 7).

Il n'était bien sûr pas possible de présager de la nature, de la qualité, de l'état sanitaire, du nombre total d'artefacts découverts, ni de leur caractère potentiellement composite. La présence de matériaux instables étroitement mêlés (miroir en alliage cuivreux et manches en os, pyxide en os) exigeait de la réactivité, de la concentration et de l'habileté, comme face à un jeu de mikado d'où l'on extrait les bâtonnets de bois dans un certain ordre sans faire écrouler l'édifice (fig. 8).

Les exigences de la conservation incitaient à un prélèvement rapide, l'ensoleillement et l'air ambiant asséchant les surfaces et affaissant les couleurs. L'étude globale espérée de la tombe et sa restitution 3D via la photogrammétrie freinaient pourtant les gestes de dépose de cet ensemble en même temps qu'elles tiraillaient l'équipe (fig. 9).

La photogrammétrie n'a rien de destructif, mais le temps nécessaire à la prise d'images exige la mise à nu des objets et du sujet *in situ* et l'on peut s'inquiéter sur cette potentielle prise de risques.

Les objets composites ont été recouverts de protections, chaque fois qu'il était possible, en ne dégageant qu'en tout dernier lieu les manches en os encore fixés verticalement dans le sol qui, seul, leur assurait encore un soutien « *secure* ». Ce fut la solution choisie pour différer l'exhumation et trouver un équilibre satisfaisant entre maintenir tout le

mobilier dégagé en place, sans risques (assèchement, effondrement...) et l'opportunité rare de réaliser une restitution tridimensionnelle de cette tombe remarquable.

Plus tard, lors du traitement des vases en laboratoire (fig. 10), les prélèvements pour analyses des corps gras ont mené également à des cas de conscience partagés. Nous appuyant sur le code déontologique des conservateurs-restaurateurs, nous avons opté pour des prélèvements

pour analyses de surface, uniquement sur des formes fermées et brisées, pour ne pas venir entamer les surfaces que nous étions chargées de protéger<sup>3</sup>.



**Figure 10** Traitement de mise en état pour étude et conservation d'une cœnochoë à figures (Cellule conservation INRAP de Bègles – Atelier Reconstitué, Bordeaux). © M. Biron.

Nous avons dû également réfléchir aux moyens logistiques de convoier la collection une fois traitée au laboratoire de conservation vers sa région d'origine. L'anticipation des risques nous a permis de choisir des matériaux d'emballage et de conditionnement pour leurs critères de tendreté au contact direct des objets (films), d'amortissement pour les calages intermédiaires (mousses) et de rigidité pour la coque de protection exposée (*Fly case*) (**fig. 11**).



**Figure 11** Un conditionnement réfléchi pour faire voyager une collection sensible et fragile. © P. Druelle.

<sup>3</sup> En concertation avec Nicolas Garnier, le prestataire retenu pour ces analyses.

## Retours sur expérience

Cette expérience nous a démontré qu'à l'image de la diversité des spécificités professionnelles présentes au sein de de l'équipe, il n'était pas simple de concilier aisément des objectifs qui apparaissaient parfois comme contradictoires. Autour du mobilier d'Aléria, un travail d'adaptation a été nécessaire pour qu'un consensus s'établisse entre la conservation et l'étude<sup>4</sup>.

Il est peu commun qu'un spécialiste de la conservation soit appelé à œuvrer dès le terrain, la conservation s'insérant encore dans beaucoup d'esprits comme une séquence appartenant à la post fouille, entre les murs d'un laboratoire, en extrême bout de processus. Pourtant, cette discipline s'exporte et voyage aisément avec un appui logistique et organisationnel approprié.

Entrent en jeu ici les convictions et la sensibilité des responsables scientifiques, émetteurs et récepteurs de cette initiative, face au devenir pérenne des collections archéologiques.

La conservation sous toutes ses formes, a toujours peine à s'inscrire au démarrage d'une opération, soit sous forme de consultation en amont, soit via une intégration dans l'équipe, soit par le biais d'une formation / sensibilisation courte préalable, à destination des archéologues.

À l'INRAP, les gestionnaires de collections, sensibilisés à la conservation préventive, œuvrent plutôt en aval, à l'arrivée du mobilier dans les centres archéologiques. Dans une démarche élargie à la phase terrain, ces personnes ressources seraient idéalement placées pour doter les équipes d'un « kit conservation » régulièrement réapprovisionné de produits et outillages, avant le démarrage d'un chantier. Palliatif intéressant, ces équipements restent encore insuffisamment mis en place, alors que le responsable scientifique de chaque opération archéologique (diagnostic ou fouille) nommé par arrêté préfectoral, est comptable de la sécurité des biens mobiliers archéologiques du point de vue éthique mais, surtout, légal depuis juillet 2021 (Art. R. 546-1 du 7 juillet 2021).

Quant à l'intervention du conservateur-restaurateur sur le terrain, elle lui permet de mesurer par lui-même l'environnement des collections exhumées face aux attentes du responsable d'opération et de développer aussi une certaine indulgence. En effet, la nature du sol parfois ingrat, les conditions de fouille et les difficultés d'accessibilité et de prélèvement ont un impact sur le devenir du mobilier. Et lorsque le spécialiste les prend en charge c'est parfois avec dépit qu'il se trouve face à des objets fragmentés, incomplets, consolidés de manière inappropriée. C'est donc dès le terrain, en croisant tous les aléas rencontrés, qu'il peut dispenser dans un temps imparti des conseils et gestes d'accompagnement pour limiter ces constats décevants. Il n'y a pas meilleure opportunité pour échanger directement avec tous les collègues investis dans l'opération et pour démontrer que le temps passé sur le terrain à consolider, prélever, collecter un maximum d'éléments sera largement rattrapé et récompensé par une restitution inespérée de données à l'entrée en post fouille.

La formation initiale du conservateur-restaurateur lui donne une compréhension fine de la culture matérielle sous ses multiples expressions et, en archéologie, celui-ci est rarement attaché à un seul matériau mais à plusieurs, qu'il placera tous au même niveau. Son regard transversal abolit les barrières enfermantes encore très répandues entre les autres spécialités en archéologie. Trop focalisées sur leur champ de prédilection, elles n'entrent pas dans une démarche globale ou, simplement, dans le compromis.

<sup>4</sup> En suivant la voie du précurseur de la conservation préventive Gaël de Guichen, ingénieur chimiste, conservateur de la grotte de Lascaux puis conseiller du directeur général du Centre international d'études pour la conservation et la restauration des biens culturels (ICCROM).

Des spécialités bien plus récentes sont admises dans la communauté scientifique. Par exemple, celle du spécialiste des enduits peints, émergeant dans les années 1970 sous l'impulsion d'Alix Barbet sous le titre un peu pompeux de *toïchographologue*, né de ses racines grecques (*toïchos* mur, *graphein* écrire ou peindre et *logos*, discipline du savoir) qui a trouvé une adhésion récente auprès de l'Académie française, interpellée. C'est à se demander si dans l'étymologie du double vocable qualifiant le conservateur-restaurateur l'absence du suffixe « logue » ne serait pas étrangère à l'absence de reconnaissance dont souffre cette profession.

Plus sérieusement, les remarquables mobilisations et avancées de la Fédération française des conservateurs-restaurateurs (FFCR) travaillant ardemment sur le titre protégé du conservateur-restaurateur pourront, nous l'espérons, lui accorder enfin toute sa légitimité. Quel n'est pas le professionnel qui se voit demander encore et toujours tout au long de sa carrière s'il est bien agréé ou habilité ?

Associée en phase terrain à la fouille pendant un mois, nous avons pu recréer le lien entre « l'abandon » et la « renaissance » d'objets fragiles, complexes, modifiés, détériorés. Cette continuité nous a permis de suivre l'évolution de la matière, du sol jusqu'à la table d'examen où ont ensuite été posés diagnostic et pronostic, déterminant le choix des soins ou actions appropriés à engager.

Un parallèle avec la médecine, de fait, est incontournable ici pour définir ces deux termes, le diagnostic correspondant à l'identification des symptômes apparents sur un artefact à un instant donné, le pronostic évoquant son évolution vers une amélioration possible ou, au contraire une aggravation de sa condition.

Dans la démarche de conservation préventive, l'évaluation de l'état sanitaire des collections et de leur contexte permet de déduire les causes des dommages observés pour mieux développer des stratégies de préservation. Elle répertorie un large éventail de dangers supposés ou réels face auxquels elle propose une vaste panoplie d'outils méthodologiques, scientifiques et techniques pour les affronter et les contrôler (Antomarchi, Michalski, 2006).

Partant du postulat que nous étions déjà engagés dans la prévention, en poussant le curseur un peu plus loin et après avoir listé et mesuré l'ensemble des risques encourus par le mobilier (**fig. 12**) et de leur occurrence, avec une expérience plusieurs fois décennales dans ce domaine, nous sommes entrés de fait dans une démarche prédictive. Dans le champ de la conservation archéologique, le risque se définit comme l'éventualité d'une perte matérielle face à laquelle il faut tendre à maintenir intact l'objet support (matière) détenteur de toutes ses valeurs documentaires intrinsèques (historique, iconographique, stylistique, technologique, sacrée...).



**Figure 12** De l'exhumation à l'exposition : un itinéraire à risques bien identifié. © P. Galibert.

En se remémorant le parcours de ce corpus unique et le nombre de professionnels impliqués, toute l'équipe a pris conscience de la multiplicité des aléas rencontrés et, notamment, lors des séquences de transport et de ses risques corollaires (manipulations, emballage, conditionnement chargements / déchargements, déplacement vers la société BCRX de tomodensitométrie à Mordelles – 35, ou le laboratoire d'analyses Nicolas Garnier à Vic le Comte – 63). La clef de la réussite dans le franchissement de ces menaces reste indéniablement la capacité à visualiser chaque étape du voyage qui les a conduits du terrain à la salle d'exposition du musée archéologique d'Aléria, rejoignant, *in fine*, les collections anciennes et apparentées déjà présentées (**fig. 13**).



**Figure 13** La collection des vases issus de la tombe après traitement en laboratoire. © P.Druelle.

## Conclusion

L'assistance inédite d'une conservatrice – restauratrice dès la phase de terrain, pour traiter le mobilier archéologique dans une démarche d'accompagnement conservatoire préventive, s'est avérée être un atout majeur sur le chantier de fouille préventive d'Aléria Lamaghjone.

Une fois de plus, au travers de cet exemple, il nous a semblé évident que les phases de fouille et de post fouille devraient davantage s'interpénétrer et ne plus être considérées comme deux blocs juxtaposés assumés par les opérateurs. Le suivi du mobilier et les missions du conservateur-restaurateur, s'inscrivant du terrain au centre archéologique voire au musée peuvent assurer là, précisément, le lien solide et continu faisant défaut parfois entre la phase opérationnelle et la phase d'étude.

La présence toujours trop rare de cette spécialité qui peine à être reconnue dans les chaînes opératoires, notamment de l'archéologie préventive, interroge. Se doter, de manière pérenne, des compétences d'un conservateur-restaurateur en interne est une véritable force qui ne devrait plus être à démontrer. Elle devrait au contraire faire légion au sein des institutions patrimoniales quelles qu'elles soient. Multiplier et diffuser ce standard de compétences dans chaque centre archéologique, quel que soit son statut ou sa tutelle, pourrait combler un manque qui paraît criant pour assurer véritablement la pérennité scientifique et patrimoniale du mobilier archéologique exhumé.

## Références bibliographiques

- Antomarchi C., Michalski S.** (2006), « L'approche prédictive ou évaluation des risques : un outil d'aide à la décision en conservation préventive », dans ARAAFU (éd.), *L'exposition temporaire face à la conservation préventive et Constats, diagnostics, évaluations : la conservation préventive en action*, actes des X<sup>es</sup> et X<sup>es</sup> Journées-débats du master (ex-DESS) de conservation préventive (Paris, 3-4 juin 2004; 14-15 juin 2006), Paris, ARAAFU, (coll. CRBC-Cahiers techniques, 15), p. 51-56.
- Biron M.** (2009), « Des outils pour mieux accompagner les objets archéologiques », dans ARAAFU (éd.), *Actualité de la conservation-restauration en archéologie et recherches en cours, Bilans et retours sur expérience*, actes des XXIV<sup>e</sup> Journées des restaurateurs en archéologie, Montigny le Bretonneux les 26 et 27 mars 2009, Paris, ARAAFU, (coll. CRBC-Cahiers techniques, 18), p. 49-53.
- Biron M., Vidal L., Seveignes L.** (2020), « De la prescription à la valorisation la conservation préventive dans la fouille de la tombe à chambre étrusque d'Aléria Lamaghjone (Haute-Corse) », *Les Nouvelles de l'archéologie*, N° 162, p. 20-25.
- Biron M., Galibert P.** (2021), *Petit manuel de conservation à l'usage des archéologues : Bon sens, bons gestes*. <hal-03369253>
- Biron M., Galibert P.** (2021) : *Abrégé de conservation à l'usage des archéologues : Bon sens, Bons gestes*. Disponible sur : <halshs-03425012>
- FFCR** (2022), *La conservation-restauration en France : un état de la question*, à propos d'un titre protégé de conservateur-restaurateur déposée à l'initiative de Raphael Gérard, communiqué de presse, 25 janvier 2022.
- Guillemard D.** (1997), « Le DESS de Conservation préventive : pour un partage des compétences L'expérience d'un enseignement pluridisciplinaire? », *Musées & collections publiques de France*, N° 217, p. 36-38.
- Jehasse J., Jehasse L.** (1973), *La Nécropole préromaine d'Aléria 1960-1968*, Paris, Éditions du Centre national de la recherche scientifique, (coll. Gallia Suppléments, 25), 632 p.
- Jehasse J., Jehasse L.** (2001), *Aléria. Nouvelles données de la nécropole*, Lyon, Maison de l'Orient, (coll. Travaux de la Maison de l'Orient Méditerranée), 2 vol., 397 p.-204 p.
- Maqueda M., Proust C., Touzeau J.** (2020), « La conservation-restauration au cœur de la problématique archéologique, Étudier, conserver, restaurer le mobilier archéologique », *Les Nouvelles de l'archéologie*, N° 162, p. 8-11.
- Paul M.** (2012), *L'accompagnement une posture professionnelle spécifique*, Paris, L'Harmattan, 351 p.

### Les auteurs

**Marina Biron** Conservatrice-restauratrice en archéologie, Cellule conservation INRAP, 140 avenue Maréchal Leclerc, CS 50036 33323 Bègles Cedex, [bironmarina@gmail.com](mailto:bironmarina@gmail.com)

**Laurent Vidal** Docteur en archéologie/UMR 7268, Centre archéologique INRAP, 561 rue Etienne Lenoir, 30900 Nîmes, [laurent.vidal@inrap.fr](mailto:laurent.vidal@inrap.fr)

# LES DÉPÔTS DE PARURES DE L'ÂGE DU BRONZE MOYEN DE PRAT (CÔTES-D'ARMOR) : DU TERRAIN AU LABORATOIRE

MARILOU NORDEZ, STÉPHANE LEMOINE, JANE ECHINARD

**Résumé** Le site de Kerouarn à Prat (Côtes-d'Armor) a livré une occupation de l'âge du Bronze moyen 2 (1450-1300 avant notre ère) tout à fait particulière : caractérisée par un espace semi-circulaire délimité par deux puissants fossés séparés l'un de l'autre par une entrée, trois dépôts métalliques ont été mis au jour à l'intérieur, composés au total de 88 parures annulaires en bronze. Les conditions problématiques de découverte d'une partie d'entre eux (au détecteur de métaux) nous a privés d'une partie importante de l'information, mais ils ont pu être replacés dans leur contexte archéologique par plusieurs opérations de terrain entre 2021 et 2022. La post-fouille, réalisée pour partie au laboratoire Arc'Antique à Nantes, a permis un dialogue fructueux entre conservateurs-restaurateurs et archéologue.

**Mots-clés** âge du Bronze, corrosion, dépôts, métal, parures

## Introduction

Le site de Kerouarn à Prat (Côtes-d'Armor) est exceptionnel à plus d'un titre. Sondé en octobre 2021 puis fouillé en septembre 2022 sous la direction de M. Nordez, il a livré plusieurs occupations qui s'étendent du Néolithique moyen à aujourd'hui, avec notamment un important habitat enclos de la fin du premier âge du Fer. Mais la phase d'occupation la plus surprenante, et qui retiendra notre attention ici, est celle de l'âge du Bronze moyen 2 (1450-1300 avant notre ère), qui a notamment livré deux tronçons d'un puissant fossé semi-circulaire séparés par une entrée, à l'intérieur duquel ont été mis au jour trois dépôts métalliques composés exclusivement de parures en alliage à base de cuivre. Ce sont au total 88 bracelets qui y ont été mis au jour. Bien que les conditions de découverte initiales d'une partie d'entre eux (au détecteur de métaux) nous aient privés d'une partie importante de l'information, ils ont néanmoins pu être replacés dans leur contexte archéologique grâce aux moyens investis par le service régional de l'Archéologie de Bretagne. Les fouilles, la mise en état pour étude du mobilier ainsi que les analyses et l'étude qui ont suivi ont ainsi pu être réalisés dans d'excellentes conditions : la post-fouille a en effet été en partie accueillie au laboratoire Arc'Antique à Nantes, ce qui a facilité un dialogue constant entre conservateurs-restaurateurs et archéologue, permettant notamment de proposer ou conforter des hypothèses de terrain.

## Le contexte archéologique des dépôts de parure

Ce que nous nommons dépôt correspond à une pratique caractéristique de la Protohistoire (bien que plus ancienne), qui consiste à enfouir un ou plusieurs objets volontairement, soit dans un contenant (vase, sac ou boîte), soit en pleine terre, généralement sans lien directement perceptible avec un habitat ou un contexte funéraire. Le Bronze moyen atlantique 2 correspond à un moment particulier de cette pratique, au cours duquel la masse métallique sélectionnée pour être ainsi enfouie croît considérablement, principalement sous la forme de haches et de bracelets. Les dépôts de Prat s'inscrivent parfaitement dans le cadre de cette pratique, mais ils représentent une quantité et une masse de bracelets (15 kg!) jamais égalée jusqu'alors.

### Deux dépôts pillés ou comment « sauver les meubles » par la fouille

Afin de mieux comprendre les motivations de cette pratique, ce sont sans aucun doute les contextes archéologiques de ces ensembles métalliques qui sont les plus éclairants. Malheureusement, ils sont en première ligne des pillages au détecteur de métaux et viennent quotidiennement alimenter le marché noir des objets archéologiques. À Prat, une soixantaine de bracelets (**fig. 1**) ont échappé à ce destin grâce à la réactivité du cultivateur et de la propriétaire de la parcelle, qui ont rapidement signalé la découverte au service régional de l'Archéologie. Ce dernier a préconisé la réalisation de prospections géophysiques sur la parcelle (INRAP, B. Fores), suivies d'un sondage (Nordez, 2022) et d'une fouille (Nordez, en préparation; sous presse). À l'issue de ces opérations de terrain, il a été possible de déterminer que cette soixantaine de bracelets provenait de deux dépôts distincts (désignés ici comme les dépôts N° 1 et 2 formant le lot A), dont l'emplacement d'origine a pu être retrouvé. Au moins l'un d'entre eux était initialement dans un vase, alors même que le détectoriste déclare n'avoir constaté aucun contenant : des tessons non ramassés se trouvaient encore dans la fosse du dépôt N° 1 lors du sondage de 2021, avec des fragments de bracelets.

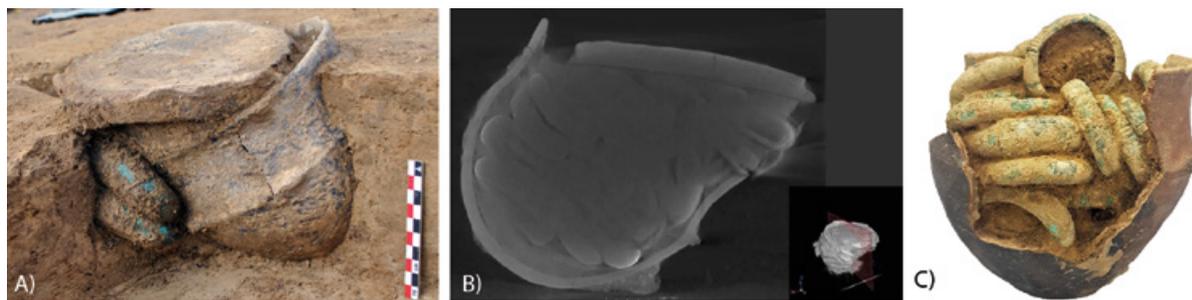


**Figure 1** Les bracelets et fragments ramassés par le détectoriste dans les dépôts N° 1 et 2 de Kerouarn à Prat (Côtes-d'Armor) constituant le lot A. © GPLA Arc'Antique.

### Le dépôt en place N° 3 : de la fouille au laboratoire

Ce sondage de 2021 a également permis la mise au jour d'un troisième dépôt encore en place (**fig. 2A**) ayant échappé au détectoriste. Son environnement immédiat a ainsi pu être fouillé finement, mettant en évidence la position basculée du vase et le glissement de son couvercle

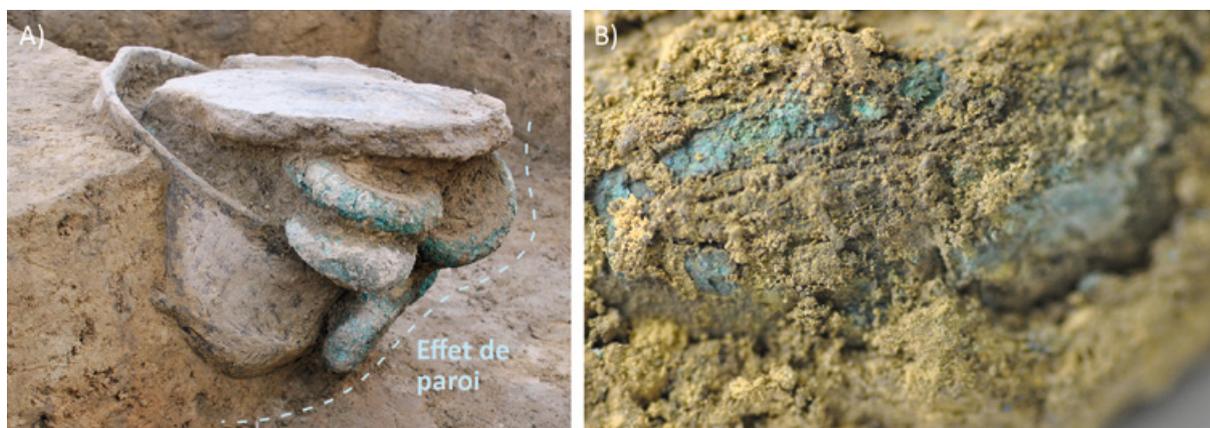
en céramique. Il a ainsi pu être prélevé en bloc puis tomographié au Centre de ressources techniques de Morlaix (**fig. 2B**), avant de fouiller son contenu au laboratoire Arc'Antique (**fig. 2C**).



**Figure 2** Le dépôt N° 3 de Prat, découvert en place lors du sondage 2021. A) Le vase à couvercle *in situ*. B) Tomodensitométrie du vase laissant entrevoir la densité de bracelets qu'il contient. C) Le vase en cours de fouille au laboratoire Arc'Antique. © A et C : M. Nordez; B : G. Bourbouze (CRT Morlaix).

Ce dépôt N° 3 est composé d'un amas très serré de 30 bracelets (**fig. 2B** et **C**), dont quatre qui avaient glissé hors du vase au moment de son dépôt (**fig. 2A**). Ceux-ci sont d'ailleurs en très mauvais état par comparaison à ceux situés à l'intérieur du vase. Le couvercle a été constitué à partir du fond épais d'une céramique qui devait être de dimensions importantes (plutôt de stockage), tandis que le vase biconique contenant le dépôt est en céramique fine. Il est doté au niveau de l'épaule de 5 mamelons horizontaux répartis sur son pourtour.

Du fait de leur corrosion, la surface des objets métalliques peut parfois « fossiliser » des vestiges de matériaux organiques disparus (fibres ligneuses, feuillage, graines, plumes textiles, etc.). Encore faut-il être en capacité de distinguer si cette association est fortuite, délibérée, incidente (contact avec d'autres objets) ou bien s'il s'agit de perturbations plus ou moins récentes (systèmes racinaires de végétaux). Dans le cas de Prat, aucun vestige de cette nature n'a pu être identifié à la surface des bracelets. En revanche, pour deux d'entre eux, situés en haut du vase et figés en équilibre entre son bord et le couvercle, des lignes parallèles apparaissent dans le sédiment au contact de la surface (**fig. 3B**), pouvant aller dans le sens d'un élément textile retenant à la fois le vase et les bracelets. Cette recherche a été menée car la position basculée du vase et la présence de bracelets plaqués contre sa panse (**fig. 3A**) pose question, sachant que les bords de la fosse qui le contenait n'ont pas pu être identifiés à la fouille. Il se pourrait qu'un sac ait initialement contenu le vase et les bracelets, mais les indices demeurent trop ténus pour l'affirmer.



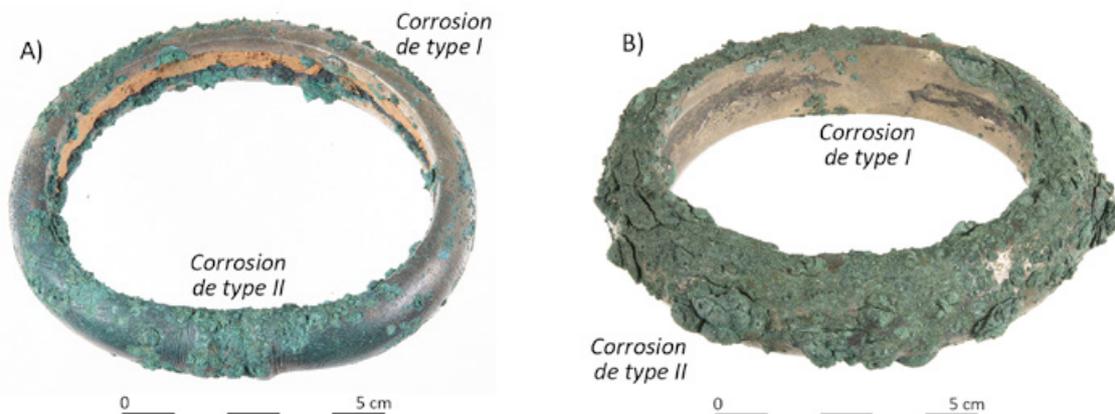
**Figure 3** Indices d'un potentiel contenant souple en matière organique disparu recueillant à l'origine le vase et les bracelets du dépôt N° 3. A) Effet de paroi. B) Possible trame textile à l'interface entre la surface du bracelet N° 7 et le sédiment. © M. Nordez

## Regards croisés sur les parures de Prat

L'importance numérique du corpus de parures de Prat se prête particulièrement à un ensemble d'examen : typologique (formes, profils, décors), mais aussi technologique (mode d'obtention, composition) et altération (mode de corrosion). Ces trois aspects peuvent être corrélés afin de dégager constantes et disparités. En parallèle, des analyses de composition élémentaire ont été réalisées; dès lors que le dépouillement des résultats aura été effectué, elles permettront de confronter la typologie et les types de corrosion observés aux compositions élémentaires quantifiées.

### De l'état (général et de surface) des bracelets au contexte initial d'enfouissement

Précisons que le lot A, constitué par les dépôts N° 1 et 2 ramassés par le détectoriste, a été apporté sous la forme de 41 bracelets complets et de 42 fragments. S'y ajoutent 14 autres fragments de bracelets collectés lors des fouilles en 2021 et 2022, eux-aussi issus de ces deux premiers dépôts. Toutes les cassures sont fraîches et provoquées par l'action du détectoriste lors de leur récupération. Des remontages ont pu être réalisés entre les fragments retrouvés lors des fouilles dans leur fosse d'origine et des fragments collectés par le détectoriste, permettant ainsi de réattribuer quatre individus à l'un ou l'autre de ces deux dépôts. Le nombre minimum de bracelets contenu dans ce lot A est évalué à 58 individus, mais ce chiffre peut être amené à évoluer légèrement lors de la poursuite de l'étude, si de nouveaux remontages sont retrouvés.



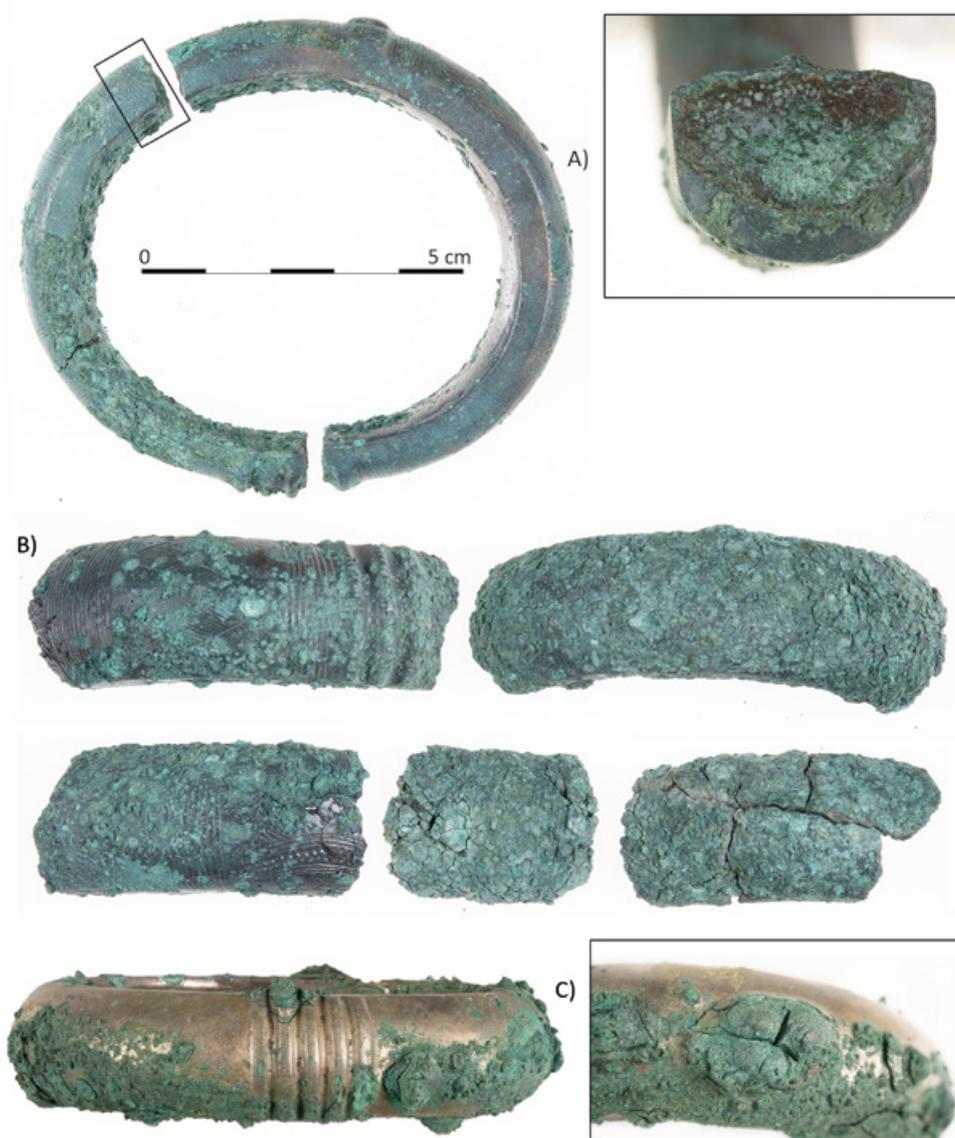
**Figure 4** Les deux principaux groupes de patines du dépôt N° 3 et les corrosions différentielles coexistant sur un même objet. A) Bracelet N° 32 à patine bleutée, alternant surfaces brillantes et parfaitement préservées avec des zones à corrosion en excroissances. B) Bracelet N° 35 à patine dorée à verte, dont la face interne est recouverte d'excroissances tandis que la face externe est lisse et brillante.

© GPLA Arc'Antique.

À l'issue de la mise en état pour étude, les surfaces apparentes peuvent être qualifiées de façon relativement binaire : soit ces dernières sont parfaitement préservées et la corrosion n'a transformé ni la forme ni l'éclat de surface (patine de type I dite « noble » ou protectrice); soit la corrosion a conduit à une disparition de la surface originale (patine de type II dite « vile » : Robbiola *et al.*, 1998; Robbiola, 2015). Notons que ces deux faciès coexistent fréquemment sur un même exemplaire (fig. 4). Dans ce cas, il peut être considéré que la corrosion de type II correspond à une évolution de la patine protectrice. Cette évolution

peut révéler des traitements hétérogènes de l'objet lors de sa fabrication ou de son utilisation (déformation plastique, écrouissage, polissage, etc.), mais elle est plus probablement imputable à des interactions différentielles avec des paramètres du (ou des) milieu(x) d'enfouissement (humidité, oxygène, acidité).

La corrosion de type II peut se manifester sous différentes formes. Tout d'abord, une corrosion intergranulaire a été constatée sur certains exemplaires, conduisant à d'importantes fissurations dans toute l'épaisseur (**fig. 5B**), aboutissant parfois à des ruptures « spontanées » (**fig. 5A**). En résultent des cassures dont l'aspect conduirait à les considérer au premier abord comme étant anciennes (**fig. 5A**), alors même qu'il est quasiment certain que tous les bracelets étaient initialement entiers et complets. Si la question de chocs violents peut se poser pour le lot A, elle est totalement à écarter pour le dépôt N° 3, car aucune action mécanique ni véritable contrainte n'a pu conduire à ces fragmentations au sein du vase, lui-même intact. Il s'agit donc bien d'altérations inhérentes la corrosion.



**Figure 5** Les manifestations des corrosions de type II. A) Bracelet N° 22 du dépôt N° 3, brisé du fait de la corrosion intergranulaire et dont résulte un aspect ancien des cassures. B) Réseaux de fissures causés par la corrosion. C) Dômes du bracelet N° 35 du dépôt N° 3. © GPLA Arc'Antique.

Dans le lot A collecté par le détectoriste, comme au sein du dépôt N° 3, on relève des différences notables de teinte des produits de corrosion : certains objets/fragments sont de teinte verte (**fig. 4B**), d'autres affectent une couleur tirant sur le bleu (**fig. 4A**). Pour le lot A, il a d'abord été tenté de rattacher cette différence à deux contextes d'enfouissement sensiblement différents, correspondant à deux dépôts distincts. Mais le fait que ces deux teintes coexistent au sein du dépôt N° 3 invite à plutôt regarder d'autres paramètres, probablement étroitement imbriqués : composition de l'alliage, gestes de la fabrication ou de l'utilisation ayant des conséquences sur la microstructure; expositions différentielles à l'oxygène, l'humidité ou l'acidité, liées à la position au sein du dépôt, etc. Les exemplaires du dépôt N° 3 retrouvés hors de la céramique (N° 6 à 8) et ceux situés les plus haut dans le vase (n° 9 et 11) présentent une corrosion générale et profonde, avec des fissures ayant provoqué des cassures multiples (**fig. 5B**). Nous savons par le sondage de 2021 que les bracelets du dépôt N° 1 se trouvaient initialement dans un vase, brisé sans avoir été vu par le détectoriste pour récupérer le métal. Les bracelets se sont donc corrodés plutôt en espace clos, du moins pour la majeure partie de ceux appartenant à ce dépôt N° 1. Il est possible que le dépôt N° 2 ait été dans le même cas, sans qu'aucun indice archéologique ne permette de l'attester : aucun tessou n'a été retrouvé dans la fosse qui le contenait, où se trouvaient encore des fragments de bracelets.

Le développement d'une corrosion de type I tend à faire penser qu'il existe une période de quelques dizaines d'années durant laquelle les surfaces n'ont connu qu'un contexte atmosphérique, à l'air libre ou en milieu confiné. Ensuite, la corrosion de type II montre un changement des conditions d'abandon qui implique un contexte non plus aérien mais sédimentaire, cette fois. L'altération peut aussi prendre la forme d'excroissances marquées, en forme de cônes ou de dômes (**fig. 5C**), nommées aussi « patelles ». Dans ce cas, la surface est alors irrémédiablement détruite.

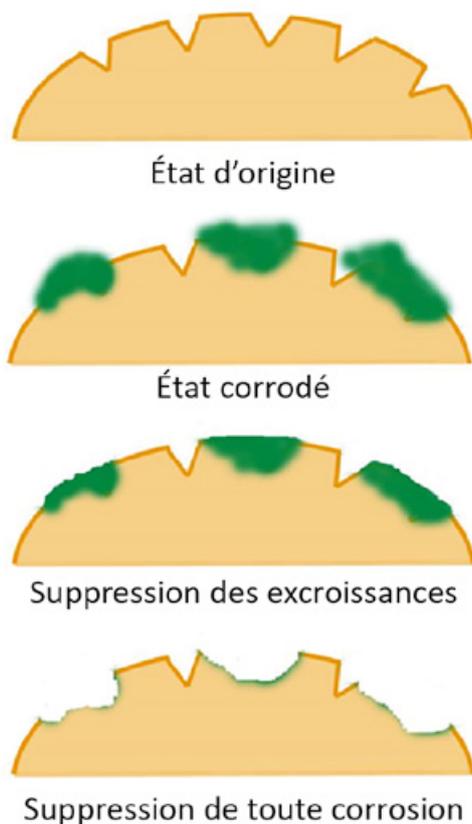
En définitive, l'observation et la caractérisation fines des produits de corrosion conduites par les scientifiques peuvent venir éclairer les caractéristiques du milieu d'abandon. Un retrait hâtif des produits de corrosion en brouillerait la lecture et les possibles interprétations.

### Objectifs et choix de la mise en état pour étude

Deux objectifs sont ici assignés : en premier lieu, il s'agit de garantir la matérialité des vestiges en prenant les mesures de conservation adéquates, puis de mettre au jour les surfaces significatives - celles qui sont conservées - porteuses des informations stylistiques et technologiques; pour cela un nettoyage de l'ensemble des surfaces est nécessaire. Le constat d'état préalable permet de relever les éventuels vestiges associés (organiques ou pseudo-organiques, terre de fusion) avant de statuer sur leur maintien ou leur retrait. Il accompagne aussi la description des différents faciès de corrosion.

Les objectifs de la mise en état pour étude définis, une observation détaillée des surfaces permet de prédire s'ils sont atteignables et d'en définir les moyens. Suivant cette finalité, les choix techniques ont en fait été extrêmement simples, avec pour but d'éliminer l'intégralité des dépôts de sédiment. En effet, là où s'est développée une corrosion en volume, le décor a généralement disparu; il est donc vain d'y rechercher de quelconques informations dans les strates corrodées (**fig. 6**). Ont été écartés tous les moyens humides : le trempage dans des solvants ou dans des solutions chimiques, d'action inégale, aurait été également susceptible

d'altérer les surfaces métalliques et, surtout, d'endommager les fragiles vestiges conservés de terre de fusion.



**Figure 6** Les corrosions en excroissances de type II et leur traitement : le retrait de la corrosion n'apporte rien, la surface étant détruite sous les excroissances. © DAO J. Echinard.

Les méthodes mécaniques, par brossage au pinceau ou microtour (brossettes montées sur un outil rotatif) ne sont pas efficaces en raison de l'irrégularité géométrique des produits de corrosion, des surfaces décorées et des faces internes. Ces dernières sont généralement irrégulières du fait du soin moindre apporté aux finitions ainsi qu'à la présence fréquente de défauts de coulée.

Ainsi, c'est l'abrasion par micro-sablage qui s'est imposée. Encore convenait-il de sélectionner l'abrasif, la pression et le diamètre de buse (d'où s'échappe le jet abrasif). Sans entrer dans les détails de ces paramètres, disons qu'une buse d'un diamètre de l'ordre du millimètre proportionnée à la dimension des objets était indiquée. La pression d'air délivrée pouvant être variable (entre 1 et 5 bars relatifs), c'est le choix de l'abrasif qui demeure le facteur déterminant et sa sélection repose sur trois critères : dureté, dimension et géométrie de la particule projetée. Dans la gamme des composés existants, c'est l'un des plus doux qui a été retenu : la poudre végétale (noyaux de l'industrie confiturières, fruits à coques, etc.) dans une gamme granulométrique allant de « l'impalpable » à 100µm.

Outre cette combinaison de facteurs, c'est la technique en elle-même qui offre de nombreux avantages. Elle permet une observation continue sous loupe binoculaire des surfaces qui sont constamment dépoussiérées avec le jet d'air sous pression. La progression est homogène,

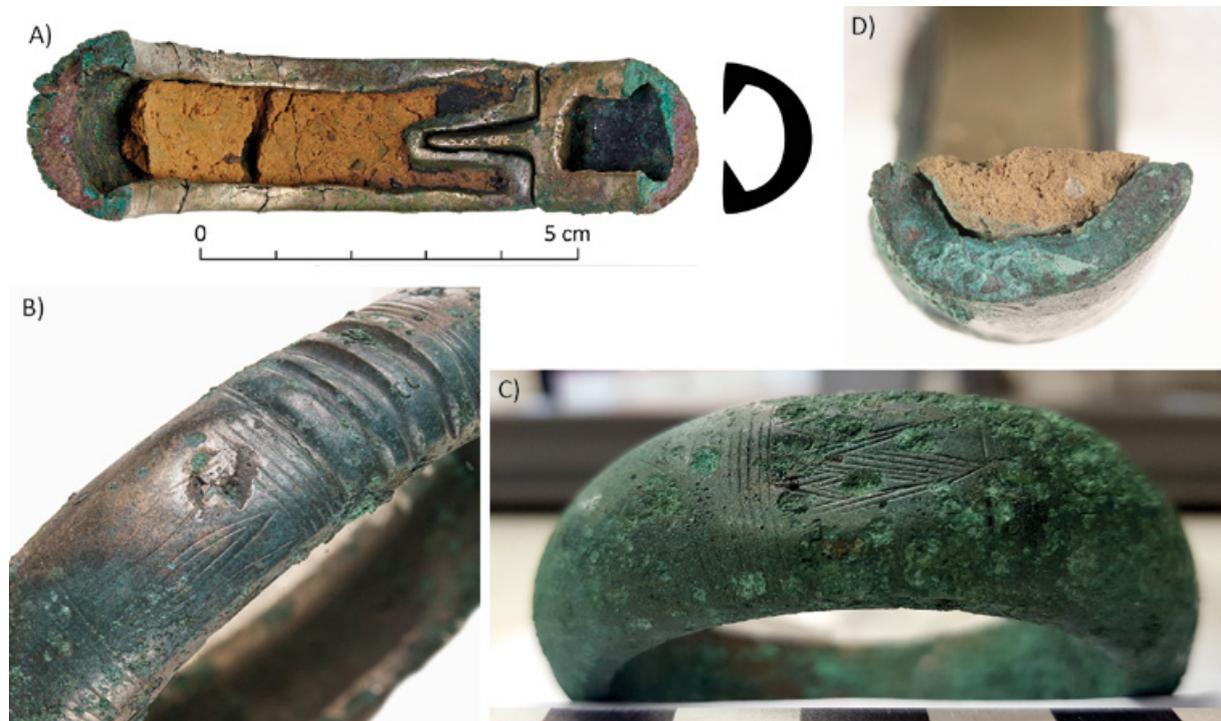
s'affranchissant de la géométrie fine et complexe des pièces : bulles de coulée, excroissances de corrosion, décors (et reprise de décor). Cette abrasion « douce » est en outre respectueuse des teintes de l'alliage – il est naturellement rougi ou noirci sur les secteurs sans réparation – et des restes de terre de fusion existants, sans les modifier.

Cette mise en œuvre nécessite un équipement adapté qui assure la sûreté des intervenants et des objets : cabine et espace de travail dédiés (afin d'éviter la dispersion de l'abrasif et des produits retirés) équipés d'une aspiration puissante, alimentation constante en air comprimé déshuilé et sec (compresseur), emploi d'une micro-sableuse, sélectionnée pour sa robustesse et sa précision, et toute la maintenance nécessaire.

Ajoutons ici que, dans le cas de corrosions intergranulaires ayant provoqué la rupture des tiges de bracelet, les collages n'ont généralement pas été pratiqués, car les tranches des sections brisées sont autant de sites tout indiqués pour effectuer des prélèvements de matière en vue d'analyse.

### Les techniques de fabrication des parures

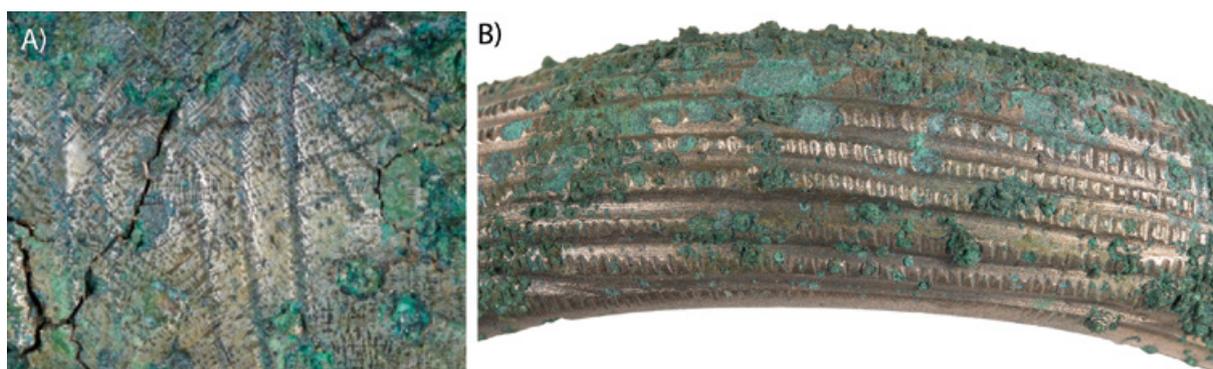
Les parures de Prat ont livré des informations particulièrement informatives sur les techniques mises en œuvre pour leur fabrication. Si l'usage généralisé de la technique de la fonte à la cire perdue ne fait aujourd'hui plus de doute pour la production de ce type d'objet (Nordez, 2019), les preuves directes de son utilisation sont rarement aussi nettes et abondantes qu'au sein de cet ensemble. Elles peuvent être déclinées en plusieurs catégories.



**Figure 7** Indices macroscopiques de l'usage de la technique de la fonte à la cire perdue. A) Bracelet N° 46-47 du lot A à forme à contre-dépouille et terre ignée conservée dans la face interne (noter, à droite, l'aspect noir de la surface interne laissée brute de fonte alors que les méplats ont été retravaillés); B) Défaut de coulée recoupant le décor sur le bracelet N° 34 du dépôt N° 3. C) Zone aplatie sur le bracelet N° A-21, correspondant à une déformation du modèle malléable avant application du décor. D) Terre ignée du moule conservée dans la face interne du bracelet N° 18 du dépôt N° 3. © A, B et D : GPLA Arc'Antique; C : M. Nordez.

Tout d'abord, des indices macroscopiques indiquent nécessairement l'usage de cette technique. De nombreux bracelets possèdent des formes à contre-dépouille, c'est-à-dire que leur morphologie présente des reliefs et des creux ne pouvant avoir été obtenus que par le démoulage direct de la pièce. Une morphologie telle que celle du bracelet N° 30 (**fig. 7A**) implique nécessairement le modelage d'une matière malléable, ensuite moulée finement dans de l'argile, puis le bris du moule pour récupérer l'objet ainsi fondu. Des décors en relief, nécessairement obtenus à la fonte, agrémentent la plupart des bracelets, notamment des renflements simulant des extrémités alors que la quasi-totalité des bracelets sont des anneaux fermés (**fig. 7B**). Ensuite, d'assez nombreux défauts de coulée recoupant le décor ont pu être repérés (**fig. 7B**), indiquant que le décor a été réalisé avant la fonte. Plus rarement, des traces de modelage sont aussi visibles (**fig. 7C**) : dans le cas présent, le replat indique la déformation d'une matière molle, puis l'application du décor après cette déformation mais avant la coulée. Et enfin, paramètre inédit jusqu'à aujourd'hui, des restes de terre ignée appartenant au moule ont été retrouvés sur la face interne de 16 exemplaires (**fig. 7A et D**) alors que leurs faces externes ont connu une soigneuse réparation – on s'interroge d'ailleurs sur les moyens mis en œuvre pour aboutir à une telle perfection dans cette ultime étape de finition (**fig. 7A**). Le fait de ne pas avoir retiré ces vestiges de moule soulève même la question de la fonction réelle de ces objets : sont-ce vraiment des parures ? Ont-elles réellement été portées ? Ou bien ont-elles été produites pour l'enfouissement en dépôt ?

Ces indices se situent également au niveau quasi-microscopique : les dendrites de solidification sont visibles sur les surfaces sub-métalliques de certains bracelets, indiquant que celle-ci est brute de coulée. Leur agencement épouse totalement les surfaces décorées (**fig. 8A**). Cette parfaite continuité, s'affranchissant donc de la géométrie des surfaces, prouve selon Luc Robbiola et Gildas Guillemot que les décors étaient présents sur le modèle malléable original et qu'ils n'ont donc pas été réalisés après la fonte par déformation plastique. Ensuite, l'observation au microscope de la morphologie des incisions permet de déterminer qu'elles sont la plupart du temps en U, à fond arrondi (**fig. 8B**). Un décor créé par déformation plastique formerait des angles beaucoup plus aigus. On notera également qu'aucun fluage de matière (bourelets formés par le tracé) n'est pour autant visible de part et d'autre des sillons formés.



**Figure 8** Indices microscopiques de l'usage de la fonte à la cire perdue. A) Surface dendritique continue entre les surfaces ornées et non ornées, indiquant la venue du décor à la fonte. B) Sillons profonds du décor au fond arrondi, indiquant leur réalisation sur un modèle malléable.

© GPLA Arc'Antique.

Des analyses de composition élémentaire sont en cours (Cécile Le Carlier) sur un large échantillonnage de bracelets des trois dépôts. Les premiers résultats indiquent des alliages très riches en étain, dont il résulte une importante dureté des surfaces, qui contribue à écarter

une réalisation du décor par déformation plastique. En revanche, aucune différence significative de composition n'explique les groupes de patine constatés. Ces problématiques seront développées dans les mois à venir (Nordez, en préparation).

## Conclusion : une collaboration fructueuse

Les échanges constants ont été facilités par la proximité des différents intervenants au sein des locaux d'Arc'Antique. Une aide au traitement des données tomomodensitométriques a été notamment apportée par Angèle Dequier, alors responsable imagerie au laboratoire. Une installation permettant la documentation photographique et photogrammétrique du dépôt au fil de sa fouille a été mise en place. Les échanges ont été fréquents entre Marilou Nordez, Stéphane Lemoine et Sylvie Labroche afin de collecter tous les indices d'éventuels contenants ou matériaux périssables autour et à l'intérieur du vase. De même, des consolidations ou précautions à prendre ont pu être signalées par les restaurateurs et restauratrices tout au long de la fouille qui a, par conséquent, été menée dans d'excellentes conditions.

L'observation attentive des surfaces au cours de la mise en état pour étude des bracelets a permis de repérer des indices en amont de l'étude, concernant aussi bien les traces de fabrication (surfaces dendritiques, défauts de coulée, terre ignée dans certaines faces internes) que les remontages et les faciès de corrosion. Le regard de Jane Echinard est venu éclairer ces considérations sur le lien entre faciès de corrosion et contexte potentiel d'enfouissement, dans le cas des bracelets ramassés au détecteur. Tous ces éléments ont constitué une base à l'étude techno-typologique des bracelets, ensuite réalisée par Marilou Nordez.

Par ailleurs, les infrastructures du laboratoire Arc'Antique sont parfaitement adaptées à ce type d'étude collaborative. Le service photographique et imagerie permet de documenter les objets dans leur globalité, aussi bien en photo qu'en radiographie (ici peu concluante du fait de la massivité des bronzes), ainsi que de produire des clichés de détail. Les espaces dédiés à l'accueil des chercheurs et chercheuses permettent d'installer des dispositifs adaptés, comme ce fut le cas pour la documentation photogrammétrique de la fouille du dépôt N° 3, ou encore pour le développement d'un protocole d'acquisition photogrammétrique automatisé des bracelets. Le dessin technique manuel de 88 bracelets décorés étant en effet extrêmement long et fastidieux, Valentin Grimaud et Marilou Nordez, en collaboration avec Emmanuelle Collado (INRAP) et Angèle Dequier (GPLA Arc'Antique), se sont attelés au développement méthodologique d'un protocole photogrammétrique permettant de contourner le problème de l'éclat métallique empêchant la reconstruction photogrammétrique des bracelets (Grimaud, dans Nordez 2022). Une fois les solutions trouvées, le *protocol for employing three-dimensional representations in archaeology* (PETRA) développé par Valentin Grimaud, a été appliqué sur les modèles 3D ainsi acquis afin de produire des déroulés des décors qui soient géométriquement fidèles à la réalité (Grimaud *et al.*, 2023).

La cohabitation dans un même lieu d'archéologues et de restaurateurs permet une collaboration continue et la confrontation des observations, qui s'établit et s'entretient tout au long de la chaîne opératoire archéologique, permettant ainsi à la fois de produire une documentation d'excellente qualité et d'atteindre un niveau interprétatif supérieur à ce que nous aurions obtenu sans concertation.

## Références bibliographiques

- Nordez M.** (2019), *La parure en métal de l'âge du Bronze moyen atlantique*, Paris, Société préhistorique française (Mémoires, 65), 404 p.
- Nordez M.** (2022), *Sondage 2021 sur le site à dépôts multiples et à enclos protohistoriques de Kerouarn à Prat (Côtes-d'Armor)*, Rennes, service régional de l'Archéologie de Bretagne, rapport de sondage, 139 p.
- Nordez M.** (sous presse), « Metallic hoards in a ritual space? The Atlantic Middle Bronze Age site of Kerouarn, Prat (Côtes-d'Armor, France) », *Antiquity*.
- Nordez M.** (en préparation), *Les occupations protohistoriques du site de Kerouarn à Prat (Côtes-d'Armor) : un site à dépôts métalliques de l'âge du Bronze moyen 2 et un habitat de la fin du Premier âge du Fer*, Rennes, service régional de l'Archéologie de Bretagne, rapport de fouille 2022.
- Robbiola L.** (2015), « Patines naturelles des bronzes – Quelques développements majeurs », dans Clerbois S., Cappucci C., Moulin J., Nonne L., Piermarini S., Schumacher M.-H. (éd.), *La conservation-restauration des métaux archéologiques : des premiers soins à la conservation durable*, actes du colloque (Bruxelles, 8-9 mai 2014), Namur, Institut du patrimoine wallon (Les dossiers de l'IPW, 15), p. 45-50.
- Robbiola L., Blengino J.M., Fiaud C.** (1998), « Morphology and mechanisms of formation of natural patinas on archaeological Cu-Sn alloys », *Corrosion Science*, Vol. 40, N° 12, p. 2083-2111. Disponible sur : [https://doi.org/10.1016/S0010-938X\(98\)00096-1](https://doi.org/10.1016/S0010-938X(98)00096-1)

### Les auteurs

**Marilou Nordez** Post-doctorante CReAAH (UMR 6566, Rennes), docteure de TRACES (UMR 5608, Toulouse) Université Toulouse-Jean Jaurès, Maison de la Recherche, 5 allées Antonio Machado, F-31058 Toulouse cedex 9, [marilou.nordez@gmail.com](mailto:marilou.nordez@gmail.com)

**Stéphane Lemoine** Conservateur-restaurateur; Arc'Antique - Grand Patrimoine de Loire-Atlantique 26, rue de la haute forêt, 44300 Nantes, [Stephane.LEMOINE@loire-atlantique.fr](mailto:Stephane.LEMOINE@loire-atlantique.fr)

**Jane Echinard** Conservatrice-restauratrice, cheffe de service Arc'Antique - Grand Patrimoine de Loire-Atlantique 26, rue de la haute forêt, 44300 Nantes, [Jane.ECHINARD@loire-atlantique.fr](mailto:Jane.ECHINARD@loire-atlantique.fr)

# LA « MISE EN ÉTAT D'ÉTUDE » DU MOBILIER ARCHÉOLOGIQUE : UNE NOTION ET DES ACTEURS À RÉ-EXPLORER

EMILIE WINCKEL

**Résumé** La notion de « mise en état » d'étude du mobilier archéologique est une notion vague, qui concerne un grand nombre d'actes, du moins invasif au plus interventionniste. Cet article tente de faire le point sur ces questions, en rappelant la législation et différentes définitions de conservation-restauration. Trois exemples illustrent ces propos, d'abord grâce à la radiographie X de prélèvements *in situ*, puis par le prélèvement assisté par consolidation et, enfin, à travers la consolidation et le remontage pour étude.

**Mots-clés** mise en état d'étude, prélèvement, radiographie X, consolidation, législation.

La notion de « mise en état » d'étude, nommée à la fois dans le Code du patrimoine et, de plus en plus, dans les cahiers des charges édités par les services régionaux de l'Archéologie, a une définition floue, sur le fil de la limite entre le nettoyage et la conservation-restauration. Les faibles moyens alloués à cette dernière discipline – dans le cadre de la majorité des fouilles préventives et programmées – ont délégué la pratique de la « mise en état » d'étude presque exclusivement aux seuls archéologues, à de rares exceptions près. Afin d'illustrer différentes situations concernées par cette problématique, nous allons présenter trois situations différentes, du degré d'intervention le moins élevé au plus interventionniste.

Nous reviendrons tout d'abord sur ce qu'est la « mise en état d'étude », car sous cette dénomination se trouve une notion assez floue dont les enjeux sont très importants pour la conservation des données scientifiques et matérielles inhérentes à l'objet archéologique.

## Mise en état d'étude : rappels législatifs

La mise en état d'étude est mentionnée dans les articles suivants du Code du patrimoine<sup>1</sup> :

- Article R546-1 : « *Le responsable scientifique de l'opération préventive ou le titulaire de l'autorisation de l'opération programmée assure la sécurité des biens archéologiques mobiliers, leur conservation préventive et, en tant que de besoin, leur mise en état pour étude sous le contrôle scientifique et technique des services de l'État chargés de l'archéologie.* » ;
- Article R546-2 : « *Le contrôle scientifique et technique exercé par les services de l'État chargés de l'archéologie est destiné à s'assurer que (...) les actes de mise en état pour étude sont réalisés dans les règles de l'art par un personnel qualifié.* »

<sup>1</sup> Loi n°2004-178 du 20 février 2004, validée par l'article 78 de la loi du 9 décembre 2004.

- Toutefois, la notion reste floue et soumise à interprétation : il s'agit de rendre l'objet étudiable par les spécialistes, ce qui peut signifier un éventail de traitements très différents selon les cas.

Dans la pratique, la mise en état d'étude va donc du nettoyage simple (enlèvement du sédiment), au nettoyage poussé (enlèvement des concrétions sur les tranches d'un objet pour remontage, ouverture d'une fenêtre sur un objet métallique pour distinguer son épaisseur ou un décor), voire au nettoyage complet des produits de corrosion (presque systématique pour les monnaies par exemple).

Les interventions qui modifient l'aspect de l'objet ne sont pourtant pas considérées comme de la conservation préventive, qui intervient uniquement par actions indirectes sur l'environnement de l'objet. La mise en état d'étude serait-elle donc plutôt de la conservation curative ? voire de la restauration, si on s'en remet aux textes de loi ?

D'après la *Terminologie de la conservation-restauration du patrimoine culturel matériel*, adoptée lors de la 15<sup>e</sup> Conférence triennale de l'ICOM-CC (New Delhi, 2008) (ICOM-CC, 2008), et la norme NF EN 15898 - *Conservation des biens culturels*, reprise par le ministère de la Culture (MCC, 2020), la conservation curative – qui n'est pas soumise à l'autorité du responsable d'opération – désigne « *L'ensemble des actions directement entreprises sur un bien culturel ou un groupe de biens ayant pour objectif d'arrêter un processus actif de détérioration ou de les renforcer structurellement. Ces actions ne sont mises en œuvre que lorsque l'existence même des biens est menacée, à relativement court terme, par leur extrême fragilité ou la vitesse de leur détérioration. Ces actions modifient parfois l'apparence des biens.*

Exemples : *désinfestation de textiles, dessalement de céramiques, désacidification du papier, séchage contrôlé de matériaux archéologiques humides, stabilisation de métaux corrodés, consolidation de peintures murales, désherbage des mosaïques.* »

D'après ces textes, qui encadrent la conservation des biens culturels, la conservation curative est donc techniquement du ressort du conservateur-restaurateur. Or, il est important de se souvenir que ces opérations sont presque toujours réalisées par les spécialistes qui étudient le mobilier et qu'ils sont plus ou moins sensibles aux questions de conservation.

Il paraît difficile à quiconque travaille dans le domaine de l'archéologie de faire appel spécifiquement à un restaurateur pour remonter une céramique par exemple, à moins qu'elle ne soit en très piteux état (et encore !).

Certaines pratiques peuvent paraître choquantes à un conservateur-restaurateur, mais la plupart des archéologues sont soumis à un système de jours-hommes de plus en plus restreint, qui ne leur permet pas de « perdre du temps » avec des moyens qu'ils maîtrisent moins bien (ils ne les ont d'ailleurs pas étudié ni testés à l'université) et qui peuvent demander une manipulation plus complexe. Il y a encore aussi un biais très important concernant l'intervention d'un conservateur-restaurateur auprès de ces professionnels : en effet, la plupart associent son intervention à la seule mise en état pour exposition muséale (à l'exception du métal).

Pour les altérations les plus graves, un certain fatalisme reste de rigueur. On récupère les informations qu'on peut en post-fouille, alors qu'une prise en charge en amont aurait pu permettre une conservation d'un profil, de fragments en connexion, d'éléments de surfaces fragiles, etc.

## L'apport du conservateur-restaurateur dans la « mise en état d'étude »

Les actes conservatoires pratiqués au quotidien en archéologie préventive dans le cadre de consolidations, prélèvements, nettoyages pour étude ou remontages permettent à la recherche archéologique d'exploiter des données brutes autrement inaccessibles – ou de manière incomplète. Ils sont tournés vers la récolte d'informations scientifiques qui n'auraient pas survécu ou n'auraient pas été lisibles sans.

Marie-Claude Berducou écrivait déjà il y a plus de 30 ans (1990, p. 20) : « *Le contraste est parfois saisissant entre d'un côté la longue, voire très longue durée d'enfouissement d'un objet cependant encore identifiable et de l'autre la fugacité de son existence après la mise au jour* ».

Si nous sous-entendons que la mise en état d'étude relève du domaine de la conservation-restauration, ce n'est pas pour insinuer que seuls les conservateurs-restaurateurs ont les compétences pour réaliser ces actions, mais pour rappeler que d'après l'ICOM-CC et le Code du patrimoine, elles relèvent toutefois de cette définition. Les conservateurs-restaurateurs ont leur rôle à jouer et doivent y être plus souvent associés comme personnes ressources ou praticiens selon les cas. Or, il y a une réelle méconnaissance des apports du conservateur-restaurateur pour la préservation de l'information scientifique.

De plus, la temporalité de la fouille ne permet pas le recours rapide à un conservateur-restaurateur s'il n'y en a pas déjà un dans la structure. Les services de l'État, pourtant garants du contrôle scientifique et technique, ne disposent pas de conservateur-restaurateur conseil. Nous pouvons mettre cette situation en parallèle à celle des Monuments historiques par exemple, qui offrent l'expertise d'architectes spécialisés au sein de leurs services, qui conseillent et contrôlent les actes sur des monuments classés. Le mobilier archéologique, depuis 2016 et la loi LCAP<sup>2</sup>, est automatiquement propriété de l'État, mais il n'y a pas de poste spécifique dans les SRA pour des professionnels dévolus au contrôle de sa conservation depuis sa mise au jour en passant par son séjour chez l'opérateur et jusqu'à son dépôt final dans les réserves dévolues.

Maintenant que nous avons abordé les définitions et cadre de la mise en état d'étude, je vous propose de vous arrêter à trois exemples très différents de mise à disposition d'informations scientifiques relatives au mobilier archéologique pour son étude par un archéologue spécialiste.

### Prélèvements et radiographie

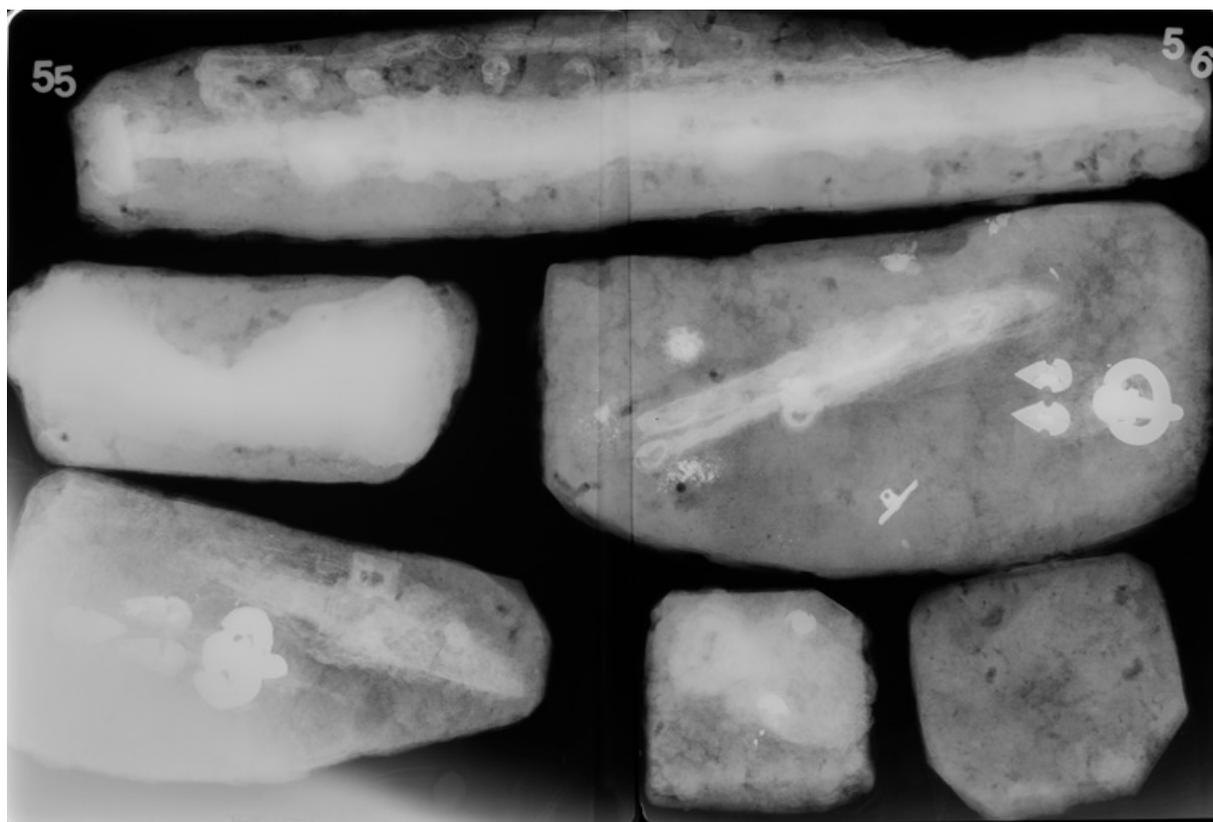
Nous allons tout d'abord aborder un cas où la mise en état d'étude a commencé sans même avoir touché directement au mobilier archéologique, grâce aux prélèvements et à la radiographie, et comment ces derniers ont permis d'enrichir les informations récoltées à la fouille.

Le site de Tancarville (en Seine-Maritime) nous en offre un exemple concret lors d'une fouille de 2020, dirigée par Samuel Lelarge de la société EVEHA. En 2015, un PCR sur les restes organiques minéralisés de la nécropole voisine d'Harfleur a familiarisé le service régional de l'Archéologie (SRA) à ces questions, et le cahier des charges comportait donc un volet « prélèvement en motte » pour recherche de restes organiques en laboratoire. Or, le nombre d'objets de Tancarville était inattendu. En effet sur une emprise réduite de 800 m<sup>2</sup> se trouvait

<sup>2</sup> Loi n° 2016-925 du 7 juillet 2016 relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine.

(entre autres) une nécropole mérovingienne de 93 sépultures, dont 90 contenaient du mobilier archéologique, dont approximativement une cinquantaine de céramiques; une trentaine de scramasaxes, une quinzaine de lances, une trentaine de couteaux, une dizaine de haches, une soixantaine de boucles de ceinture, des perles et quelques fibules, épingles ou bagues.

Nous avons effectué près de 250 prélèvements en motte, dont certains de dimensions importantes, facilités par le fait que pratiquement aucun reste osseux n'était conservé. Ils ont presque tous été mis sous vide d'air partiel en gaine plastique et radiographiés, en attendant la sélection des objets qui partiraient en laboratoire d'analyses des fibres (**fig. 1**).

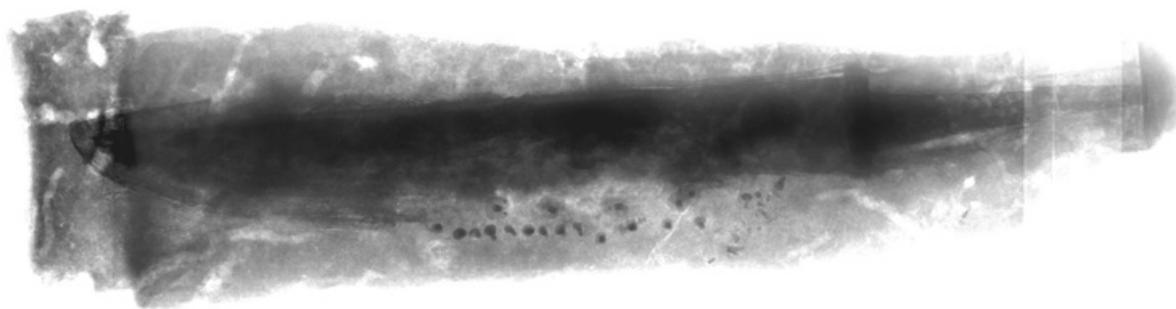


**Figure 1** Planche de radiographie X de plusieurs prélèvements.  
© Antoine Cazin, La Fabrique de patrimoine en Normandie.

Pourquoi abordons-nous ces prélèvements dans le cadre de la « mise en état d'étude »? Eh bien, ces demandes ont permis – au grand dam de la taphonomie sur le terrain – de conserver des objets extrêmement altérés en connexion, et les radiographies ont permis des observations de grande qualité pour le spécialiste de *l'instrumentum* – dans l'attente de la fouille de ces mottes.

Les radiographies ont été réalisées à la Fabrique de patrimoine en Normandie, à Caen, à l'aide de films souples, afin de pouvoir agrandir la surface de prise de vue et utiliser deux, voire trois films en même temps.

Comme vous pouvez le constater, une partie de ce mobilier n'aurait pas survécu à une mise au jour sur le terrain, particulièrement les rivets et les restes de bois minéralisés. Les zones organiques se distinguent également sur la radiographie (**fig. 2 et 3**).



**Figure 2** Radiographie d'un scramasaxe. © Antoine Cazin, La Fabrique de patrimoine en Normandie.

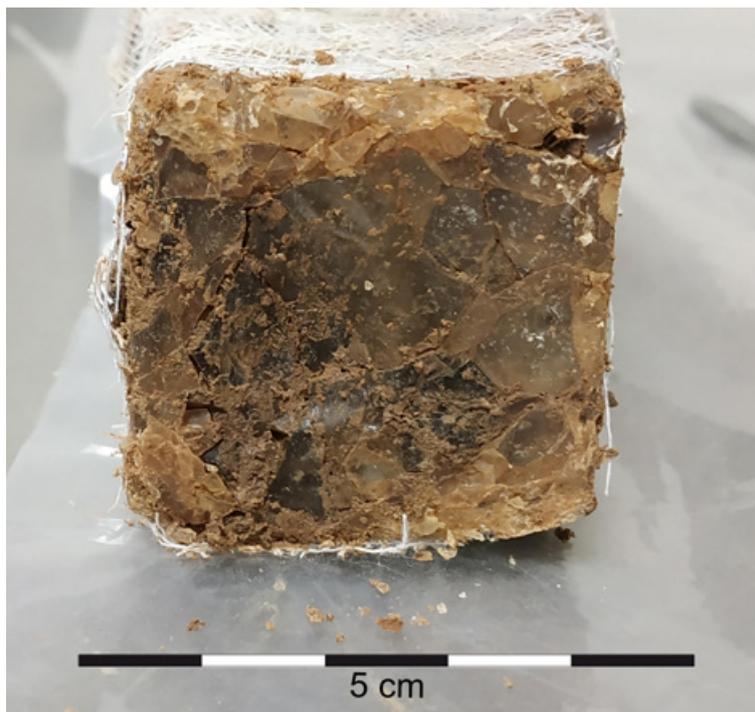


**Figure 3** Prélèvement en cours de fouille d'un scramasaxe. © Emilie Winckel, Eveha.

La fouille en laboratoire permettra de conserver des données qui auraient été perdues sur le terrain, en fouillant à une échelle plus réduite, à l'aide de lunettes binoculaires, et guidé par les clichés radiographiques.

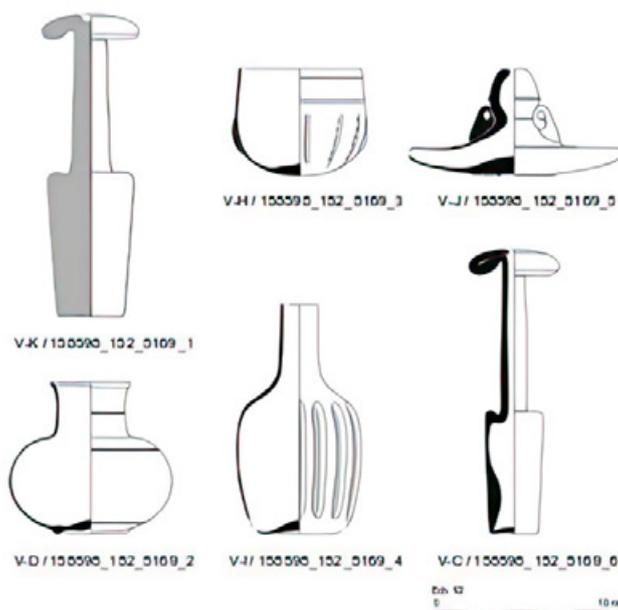
### **Le prélèvement assisté**

Après ces exemples de prélèvement en motte, nous allons passer à un autre type de prélèvement. Il a été réalisé sur la fouille de l'opération d'Épinoy / Base aérienne 103 site 1 dans le Pas-de-Calais, fin 2018, par le responsable d'opération Antoine Delauney. À proximité d'un site d'habitat a été découverte une tombe à incinération à coffrage de *tegulae*. Lors de la fouille, il s'est avéré que six verreries étaient présentes, dans des états de conservation tout à fait dramatiques. Le responsable d'opération a donc pris la décision de prélever l'intégralité de la tombe, soit un cube d'environ 45 cm de côté.



**Figure 4** Fond microfragmenté d'un flacon en verre.  
© Emilie Winckel, Eveha.

À l'exception d'un seul flacon, tous les verres présentent un degré de fragmentation très important, allant jusqu'à la micro-fragmentation (**fig. 4**). Les verres ont ainsi été dégagés en laboratoire, à l'aide d'outils de dentiste et de scalpel, et consolidés à l'aide de renforts de gaze médicale imbibée de Paraloid B72 dilué à 5 % dans l'acétone. Après nettoyage des tessons, il a été possible de remonter en partie certains objets, et d'obtenir des profils archéologiques (**fig. 5**).



**Figure 5** DAO des verres présents dans la tombe.  
© Emilie Winckel, Eveha.

Cette opération a permis de déterminer qu'aucun des objets n'a subi de déformation due à un passage au feu<sup>3</sup>, information taphonomique importante. De plus, la micro-fouille ainsi que le tamisage du sédiment nous ont permis de déterminer qu'au moins deux des verres avaient certainement fait l'objet de bris funéraires, à l'exemple des céramiques voisines.

Au nord de la Gaule, le dépôt de verreries dans la sépulture à crémation 5169 d'Épinoxy-Hayne-court revêt un caractère exceptionnel par le nombre d'individus et la rareté des formes déposées (fig. 6). L'identification typologique a été possible grâce à une importante consolidation *in situ* et un prélèvement en bloc pour une fouille fine en laboratoire, permettant de manipuler, mesurer et dessiner les objets, tout en permettant des observations sur les pratiques funéraires.



**Figure 6** Bouteille après remontage partiel.  
© Emilie Winckel, Eveha.

<sup>3</sup> Le choc thermique était en effet une piste pour expliquer ces altérations, mais d'autres explications peuvent être suggérées par les propriétés physiques du sédiment ou, encore, la composition même du verre (Winckel, 2022)

Ainsi, la connaissance des possibilités de prélèvement *in situ* et de consolidation des matériaux permet donc la préservation à la fois des objets, mais aussi d'informations scientifiques. Dans l'exemple suivant nous allons vous illustrer un cas où le recours à nos services a également permis de restituer ces données scientifiques pour leur étude par le céramologue.

## La consolidation pour remontage céramique

Une fouille dirigée par le Service archéologique d'Amiens Métropole a mis au jour une série de céramiques funéraires protohistoriques dans un état de conservation très précaire sur le site de Boves. La faible température de cuisson des pâtes ainsi que la nature du sédiment a entraîné une forte hydrophilie après séchage non contrôlé. La moindre goutte d'eau importante provoquait au mieux un gonflement, au pire une solubilisation de la surface de la céramique. Or, le sédiment argileux ne permettait aucune observation de surface, et encore moins un remontage pour profil.

Après concertation avec le céramologue, il a été décidé de faire appel à nos services afin d'effectuer un nettoyage et – potentiellement – un remontage des céramiques. S'agissant de céramiques protohistoriques cuites à basse température et très sensibles à l'eau (des desquamations importantes étaient visibles sur certains tessons), un nettoyage classique était impossible.

Afin de pouvoir ramollir le sédiment séché à la surface et sur les tranches des céramiques, un mélange d'eau déminéralisée / éthanol à 50 % a été appliqué à l'aide d'un coton-tige, de manière à n'humidifier l'objet qu'au minimum nécessaire. Le sédiment a ensuite été retiré sous loupe binoculaire à l'aide d'un scalpel et les résidus nettoyés au coton-tige. Les tessons ont ensuite fait l'objet d'un séchage lent contrôlé afin de ne pas provoquer de soulèvement de surface.

Sept des dix céramiques ont nécessité une consolidation de surface afin de pouvoir assurer une manipulation des tessons en toute sécurité, sans perte de matière, indispensable notamment lors de la phase de collage (**fig. 7**).



**Figure 7** Céramique protohistorique après consolidation et remontage. © Emilie Winckel, Eveha.

Le lot étant composé de céramiques protohistoriques, l'utilisation du Paraloid B72 a été mise de côté à cause de son rendu brillant, au profit du polybutyral vinylique Mowital B 60 HH dilué à 5 % dans l'éthanol, résine choisie pour ses propriétés optiques mates. Puis, les tranches des fragments ont été imprégnés de résine acrylique de marque Paraloid B72, diluée à 20 % dans l'acétone. Après séchage, le collage a été réalisé avec la même résine diluée à 40 %.

La céramique 783.02, très fragmentaire, a nécessité un système de renforts temporaires afin de pouvoir être présentée « remontée » à l'issue de la phase 1 et prendre des mesures et profils. Des baguettes de polyéthylène transparent (diamètre = 2 mm) ont donc été insérées et collées temporairement à l'aide de Paraloid B72, pour éviter un effondrement de l'objet (**fig. 8**).



**Figure 8** Renforts en polypropylène pour conserver temporairement la forme de la céramique. © Emilie Winckel, Eveha.

Le remontage de ces céramiques a permis de mettre en valeur un probable bris funéraire, mais aussi de confirmer des informations concernant la nature des tombes. En effet, les céramiques présentent une altération plus prononcée sur leur partie inférieure, et deux d'entre elles présentent des sels insolubles sur leur surface externe. Il est donc fort probable qu'elles aient été placées dans un contenant périssable permettant à l'eau de stagner au fond.

## Conclusion

Reléguer les moyens alloués à la conservation-restauration aux cas exceptionnels ou aux expositions n'incite pas à considérer les spécialistes de la conservation-restauration comme partenaires de la recherche archéologique et comme collaborateurs privilégiés. Nous avons vu trois exemples pour lesquels la présence d'un conservateur-restauteur dans la chaîne opératoire de la post-fouille a permis une conservation de l'information scientifique pour étude, au-delà de la seule matérialité de l'objet.

Il faut aussi réfléchir à ce qu'on entend par mise en état « d'étude » : elle est en général inscrite dans le temps de la post-fouille « immédiate » ou « d'urgence » ; mais elle n'a souvent

pas vocation à être pérenne. Son but est de permettre l'accès à l'information scientifique véhiculée par l'objet, mais une fois ce dernier vidé de cette substance, il n'a quasi plus d'intérêt pour l'archéologue pour qui la finalité est le rapport d'opération. Ainsi, la matérialité de l'objet lui est très secondaire, comme si l'étude signait la fin de la valeur sémiologique de l'objet. Il est intéressant que, pour une discipline dont l'étude repose sur la transmission d'un bien matériel du passé vers le futur, l'archéologie soit aussi ancrée dans le présent. En effet, en n'investissant pas des moyens et en n'incluant pas les spécialistes de la conservation-restauration dès la fouille, elle condamne une partie du mobilier archéologique à une existence fugace et limite donc son potentiel heuristique.

## Références bibliographiques

**Berducou M.-C.** (dir.) (1990) *La conservation en archéologie : méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques*, Paris, Masson, 469 p.

**Code du patrimoine, Livre V.** Disponible sur : [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000032860107](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000032860107) (consulté le 15/01/2023)

ICOM-CC (2008), *Terminologie de la conservation-restauration du patrimoine culturel matériel*, 15<sup>e</sup> Conférence triennale de l'ICOM-CC (New Delhi, 2008). Disponible sur : <https://www.icom-cc.org/en/terminology-for-conservation> (consulté le 15/01/2023)

**Ministère de la Culture** (2020), « Lexique des principaux termes utilisés en conservation-restauration », in Ministère de la Culture, *Guide pratique des marchés publics de conservation-restauration de biens culturels*, annexe 6. Disponible sur : <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Conservation-restauration/La-conservation-restauration-en-France/Marches-publics-et-conservation-restauration-des-biens-culturels/Lexique-des-principaux-termes-utilises-en-conservation-restauration-des-biens-culturels-2020> (consulté le 15/01/2023)

**Pain S.** (2020), « La conservation-restauration dans le Code du patrimoine », *Conservation-restauration des biens culturels*, N° 37, p. 3-11. Disponible sur : [http://araafu.com/wp-content/uploads/2020/12/Livre\\_CRBC\\_37\\_02.pdf](http://araafu.com/wp-content/uploads/2020/12/Livre_CRBC_37_02.pdf) (consulté le 15/01/2023)

**Winckel E.** (2022), « Un lot de verreries exceptionnelle dans une tombe à crémation du III<sup>e</sup> siècle à Épinoy-Haynecourt (Nord-Pas-de-Calais) : problématique de prélèvement et d'étude », *Bulletin de l'Association française pour l'archéologie du verre*, p. 13-17.

### L'auteur

**Emilie Winckel** Conservatrice-restauratrice, archéologue spécialiste du mobilier en verre et gestionnaire de mobilier, Eveha Normandie, 34 rue du Marais, 14000 Caen, [emilie.winckel@eveha.fr](mailto:emilie.winckel@eveha.fr)

# CONSERVATION-RESTAURATION EN ARCHÉOLOGIE TERRITORIALE

SILVIA PAÏN

**Résumé** Une enquête a été proposée aux services et établissements archéologiques territoriaux et à leurs agents conservateurs-restaurateurs, selon trois axes complémentaires : les besoins et pratiques des services et établissements territoriaux, les agents territoriaux conservateurs-restaurateurs et, enfin, les services territoriaux qui proposent des prestations en conservation-restauration pour des clients extérieurs à leur propre tutelle. Ses résultats montrent que les agents conservateurs-restaurateurs sont généralement des généralistes, très impliqués dans la conservation préventive et la gestion des collections, alors que les prestataires de services sont plus spécialisés.

**Mots-clés** conservation-restauration, conservateur-restaurateur, archéologie, service archéologique, collectivité territoriale

## Introduction

Des conservateurs-restaurateurs d'objets archéologiques exercent leur activité dans la fonction publique territoriale, que ce soit au sein de services archéologiques ou de musées; parfois de laboratoires indépendants. Certains d'entre eux œuvrent au bénéfice du service qui les emploie; d'autres travaillent dans des structures qui proposent des prestations payantes. Pour broser un paysage le plus précis possible des différentes facettes de la conservation-restauration en archéologie territoriale, on s'intéressera, d'une part, aux pratiques des établissements qui ont besoin d'interventions de conservation-restauration; d'autre part, au profil des conservateurs-restaurateurs en poste et à leurs missions; enfin, à des structures particulières qui, tout en étant rattachées à une collectivité territoriale (CT), proposent des prestations à une clientèle extérieure à leur tutelle.

Dans cet objectif, une enquête a été proposée aux services et établissements archéologiques territoriaux et à leurs agents conservateurs-restaurateurs : 4 musées et 20 services archéologiques de collectivité y ont répondu (sur 67 services actuellement habilités pour l'archéologie préventive); 26 conservateurs-restaurateurs y ont répondu, sur un effectif estimé à 35. Enfin, 5 établissements prestataires de services en matière de conservation-restauration ont répondu à nos sollicitations (trois dont la prestation est l'activité principale et deux où elle est occasionnelle), sur un effectif estimé à 7.

Pour ce qui est des établissements, nous nous sommes intéressés aux différents types d'intervention demandés et aux budgets consommés, ainsi qu'aux liens entre régie et conservation-restauration. Les prestataires de service ont été interrogés sur les types d'intervention et les principaux clients.

Outre les aspects démographiques et quantitatifs, l'enquête a cherché à connaître, pour les conservateurs-restaurateurs, les principales missions et les spécialités. Pour ce qui est de leur statut, les résultats de 2022 seront mis en parallèle avec ceux d'une enquête sur les conservateurs-restaurateurs du secteur public et associatif menée en 1996 (Païn, 1999), restés inexploités sous cet angle, ce qui permettra de voir des évolutions sur plus de vingt ans, ainsi qu'avec l'étude effectuée par L. Hénaut et G. Salatko sur les conservateurs-restaurateurs diplômés (Hénaut, Salatko, 2020).

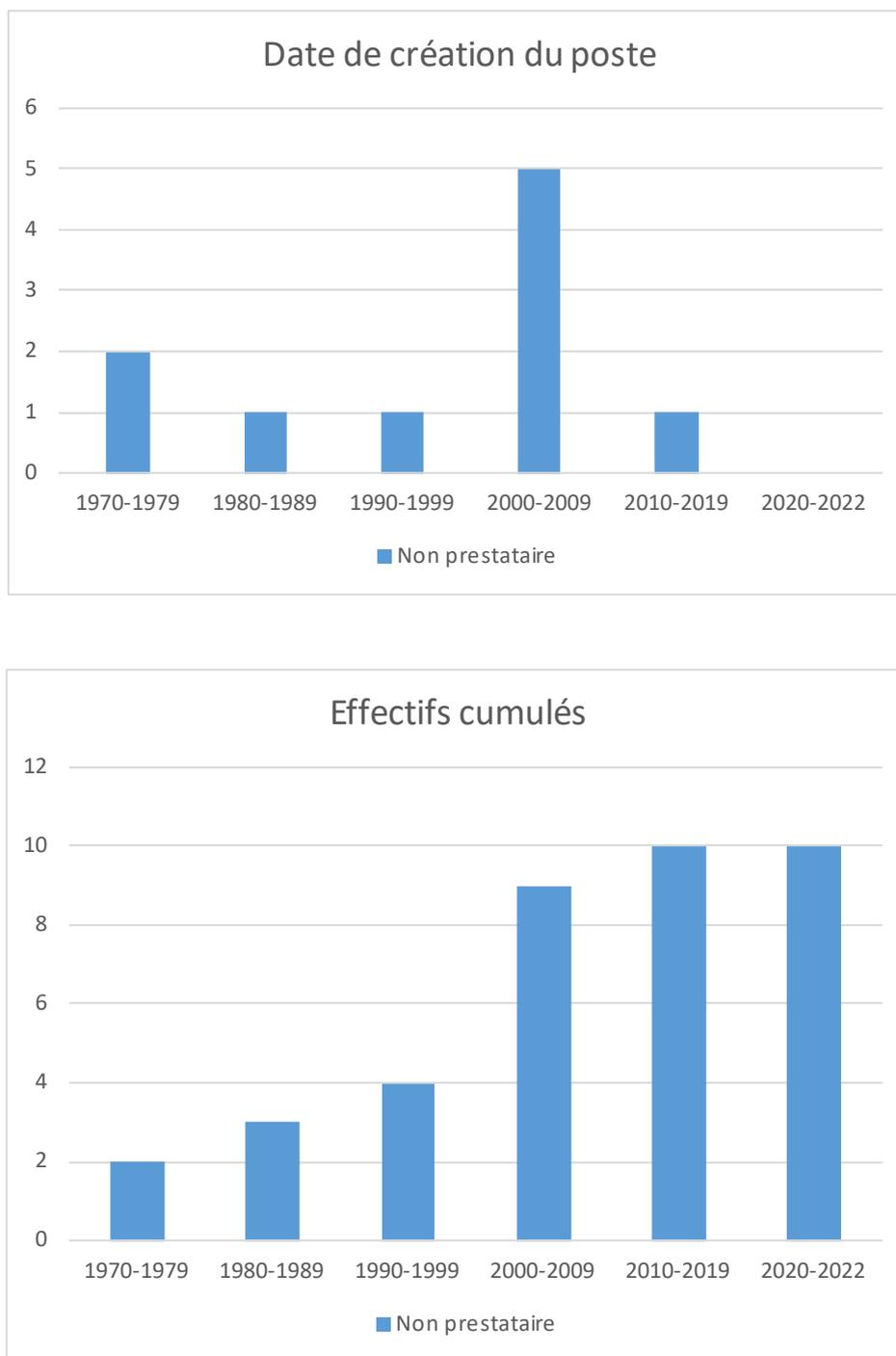
## Les pratiques des services et établissements territoriaux et leurs besoins

Les services et établissements affichent des besoins diversifiés en matière de conservation-restauration, auxquels ils vont répondre par deux démarches distinctes : la création d'un poste de conservateur-restaurateur (CR) dans la structure (voire plusieurs), permettant d'assurer en interne la plupart des interventions nécessaires (21 %) ou le recours à des prestataires extérieurs (79 %). Dans ce chapitre, nous ne traiterons pas de services ou établissements dont l'activité principale est la prestation de service en conservation-restauration, mais seulement des consommateurs de ces services.

### Postes en interne ou sous-traitance ?

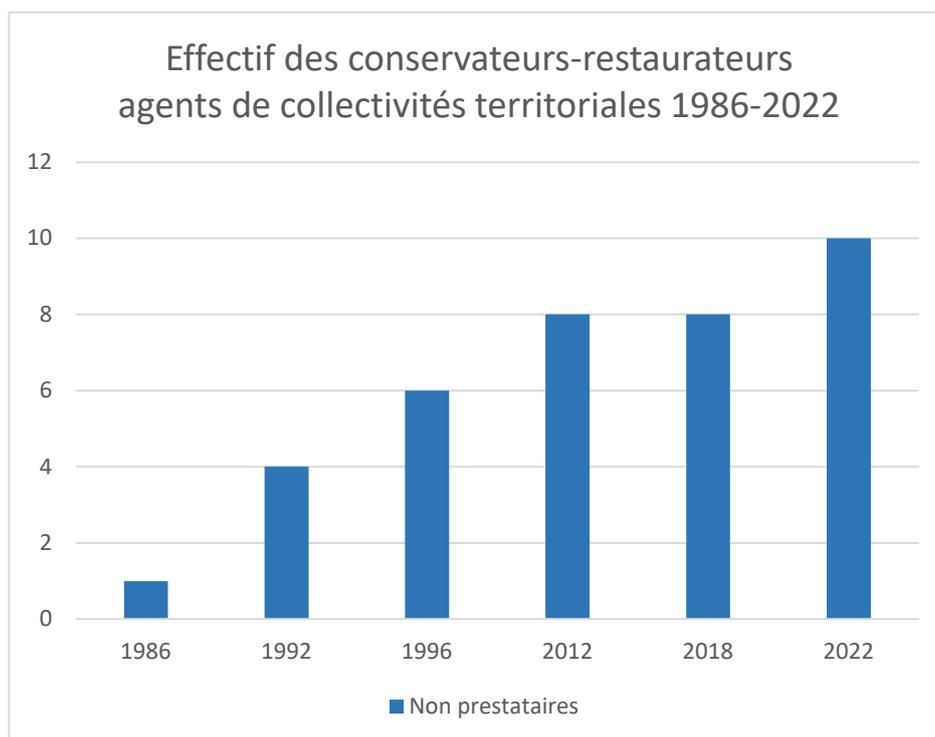
Si les choix de création des postes sont sans doute essentiellement liés à la conception qu'on se fait des missions d'un service archéologique ou d'un musée, il semble qu'il y ait un critère objectif : la taille de la structure. En effet, dans les services qui en sont dotés, le *ratio* moyen est de 1 CR pour 19 agents. L'effectif global moyen des services qui en sont dépourvus est de 10,7 agents, alors que celui de ceux qui ont au moins un CR parmi leurs agents permanents est de 29.

L'examen des dates de création des postes en interne laisse voir une augmentation importante dans la décennie 2000-2009 (**fig. 1a**), ce qui peut correspondre à la mise en place progressive de services agréés pour l'archéologie préventive et à l'identification de besoins spécifiques liés à cette activité, notamment en termes de réactivité. Les postes cumulés laissent voir une relative stagnation à partir des années 2010 (**fig. 1b**).



**Figure 1** a) date de création des postes de conservateurs-restaurateurs en archéologie agents collectivités territoriales (non prestataires); b) effectifs cumulés. Données : enquête 2022.

Par construction, les résultats de l'enquête 2022 ne tiennent pas compte des postes supprimés (et tous les professionnels n'y ont pas répondu). Pour avoir une approche plus réaliste du nombre de postes au cours du temps, on peut tenter d'agréger les données de l'enquête de 1996 et celles de 2022 (**fig. 2**), ainsi que nos connaissances personnelles du milieu professionnel : les graphiques laissent voir une stagnation entre 2012 et 2018 et une reprise en 2022.



**Figure 2** Effectif des conservateurs-restaurateurs en archéologie agents des collectivités territoriales (non prestataires). Les structures pour lesquelles nous n'avons pas de données sur toute la période d'existence n'ont pas été prises en compte (Données : enquêtes 1996 et 2022).

## Les missions

La question concernant les missions liées à la conservation-restauration et ceux qui en sont chargés<sup>1</sup> s'est révélée difficile à dépouiller, dans la mesure où le critère de fréquence a pu être compris différemment selon les répondants (fréquence dans l'absolu ou fréquence de répartition entre les différents acteurs). Cependant, on peut observer des tendances en faisant la comparaison entre les services dotés d'un poste de CR et les autres (**fig. 3**).

On remarquera que, dans les services dotés d'un CR, celui-ci assume la plupart des missions listées; les prélèvements et le remontage d'objets fragmentés étant partagés avec les archéologues; les conditionnements et la conservation préventive (CP) avec la régie. On y fait appel ponctuellement à des CR prestataires pour les traitements de conservation (stabilisation des ferreux), les restaurations (matériaux en dehors de la spécialité de l'agent) et les conditionnements.

<sup>1</sup> Typologie des traitements que vous confiez actuellement à un conservateur-restaurateur, (qu'il soit agent du service ou prestataire). Plusieurs réponses possibles : non / ponctuellement / souvent / toujours ou presque. Si « non » ou « ponctuellement », précisez dans la même case le profil de l'agent qui accomplit ces tâches au sein du service/établissement : régisseur, archéologue...).

Mission	Services dotés de postes			Services non dotés de postes		
	CR interne	Archéologue	Régie	CR extérieur	Archéologue	Régie
Prélèvements d'objets fragiles sur le terrain	4	2		2	3	3
Traitements de conservation : stabilisation, déchloration, dessalement, consolidation	4			4		
Mise en état pour étude, nettoyage pour lisibilité	4			4	3	3
Remontage et collage d'individus fragmentés	4	2		2	4	3
Restauration complète pour exposition	4			4	1	1
Conditionnements et supports	4		2	2		4
Mise en œuvre de la conservation préventive	4		2	3	2	4

**Figure 3** Tableau des missions en fonction de la présence d'un conservateur-restaurateur dans la structure (4: toujours ou presque; 3: souvent; 2: ponctuellement; 1: exceptionnellement; case vide: jamais mentionné).

Dans les services non pourvus de postes, les traitements de conservation curative, la restauration complète pour exposition, la mise en œuvre de la conservation préventive, la mise en état pour étude se reportent significativement sur des prestataires. En revanche, d'autres missions sont plutôt assumées par la régie (conditionnements) ou les archéologues (remontage et collage d'objets fragmentés, prélèvements sur le terrain, conditionnements).

On ne donnera ici qu'un résultat global sur les dépenses des services non pourvus de postes de CR en interne (**fig. 4**). En effet, la question de la conservation ou non des collections sur le long terme n'ayant pas été posée, des statistiques sur les données recueillies reviendraient à mettre dans le même panier des collectivités engagées sur la conservation à long terme et la valorisation (dont on peut imaginer que les besoins en restauration sont plus importants) avec des services qui versent leurs collections et ne sont concernées que par la mise en état pour étude. La plupart des services disposant d'un poste de CR sont par ailleurs dans le premier cas. Les musées ont également été exclus de cette statistique, dans la mesure où leurs budgets sont globalisés entre collections archéologiques et non archéologiques.

Moyennes des budgets (services sans CR en interne)	
Fonctionnement - Conservation-restauration	93,8
Prestations - Conservation-restauration	4193,5
Fonctionnement - Conservation préventive	4026,3
Prestations - Conservation préventive	471,9
Total	8785,5

**Figure 4** Répartition des budgets de fonctionnement et de prestations pour la conservation-restauration et la conservation préventive pour les services ne bénéficiant pas d'un poste de CR en interne.

Au-delà de cette moyenne, les chiffres font apparaître des différences significatives en fonction de la tutelle. En effet, villes, départements et autres collectivités (communautés d'agglomération, métropoles, EPCI) ont des niveaux de dépense très différents (**fig. 5**). Ainsi, la dépense totale (conservation-restauration et conservation préventive) des villes est inférieure à celle des départements, elle-même la moitié de celle des autres collectivités. S'agissant des prestations en conservation-restauration, la différence entre villes/départements et autres collectivités s'accroît encore.

Moyennes des budgets sans CR en interne	Villes (4)	Depts (12)	Autres CT (3)
En euros			
Fonctionnement - Conservation-restauration	0	150	0
Prestations - Conservation-restauration	2 000	3 209	9 667
Fonctionnement - Conservation préventive	3 166	4 321	4 000
Prestations - Conservation préventive	0	231	1 667
Total	5 166	7 911	15 333

**Figure 5** Répartition des budgets de fonctionnement et de prestations pour la conservation-restauration et la conservation préventive des services dépourvus de CR en interne, selon les tutelles.

Il apparaît évident que le choix d'avoir un poste de CR en interne obéit plus à un besoin de qualité, de commodité et de réactivité vis-à-vis des urgences et missions du service, et non pas à une logique strictement économique : le salaire du professionnel ne compense pas les économies en prestations de conservation-restauration. En revanche il permet une meilleure articulation avec d'autres missions, telles que l'inventaire et la gestion des collections, ou la conservation préventive, qui mobilisent une part significative du temps de travail des professionnels agents des CT (voir *infra*).

## Les services ou établissements prestataires de services

### Un peu d'histoire...

Les services archéologiques, depuis que l'activité d'archéologie est entrée dans le cadre de la concurrence, se sont habitués à répondre aux marchés publics et à assumer le rôle de

prestataire qui est parfois le leur, parfois avec enthousiasme, parfois à leur corps défendant, ne pouvant continuer à vivre comme un service public culturel classique ou ayant été créés à cette fin. La conservation-restauration est une activité depuis longtemps entrée dans le champ concurrentiel et l'adaptation aux réalités économiques s'est effectuée sans doute plus précocement dans ce domaine.

En témoigne l'histoire de la conservation-restauration en archéologie des trente dernières années, caractérisée par deux évolutions parallèles. La première est la création de postes, voire de laboratoires, au sein ou à l'initiative de musées de collectivité territoriale, dont certains ont évolué vers une offre de prestations en dehors de l'établissement et des statuts plus autonomes. D'autres établissements ont émergé, souvent le fait d'archéologues, amateurs puis professionnels, qui se rendent compte que, pour étudier les objets, des traitements sont nécessaires : ainsi naissent des laboratoires, au départ, le plus souvent, sous statut associatif. Les statuts des laboratoires ont souvent évolué au cours du temps; parfois au gré des structures juridiques prônées par le ministère de la Culture (en particulier, le mode associatif, préconisé dans les années 90, est délaissé plus tard au vu des risques de « gestion de fait »); parfois suite à des réflexions internes aux tutelles. La naissance de nouvelles typologies de collectivités, prenant en charge certaines compétences (agglomérations, métropoles, établissements publics interdépartementaux, etc.), a pu influencer cette évolution. Ainsi, plusieurs établissements qui étaient comptés (avec leurs agents) dans le champ associatif dans notre enquête de 1996 (Païn, 1999) sont aujourd'hui des agents de collectivités territoriales, du fait du changement de tutelle de l'organisme qui les emploie. Ils représentent plus de la moitié de l'effectif des conservateurs-restaurateurs concernés par la présente enquête (16/26).

### Les prestations de service

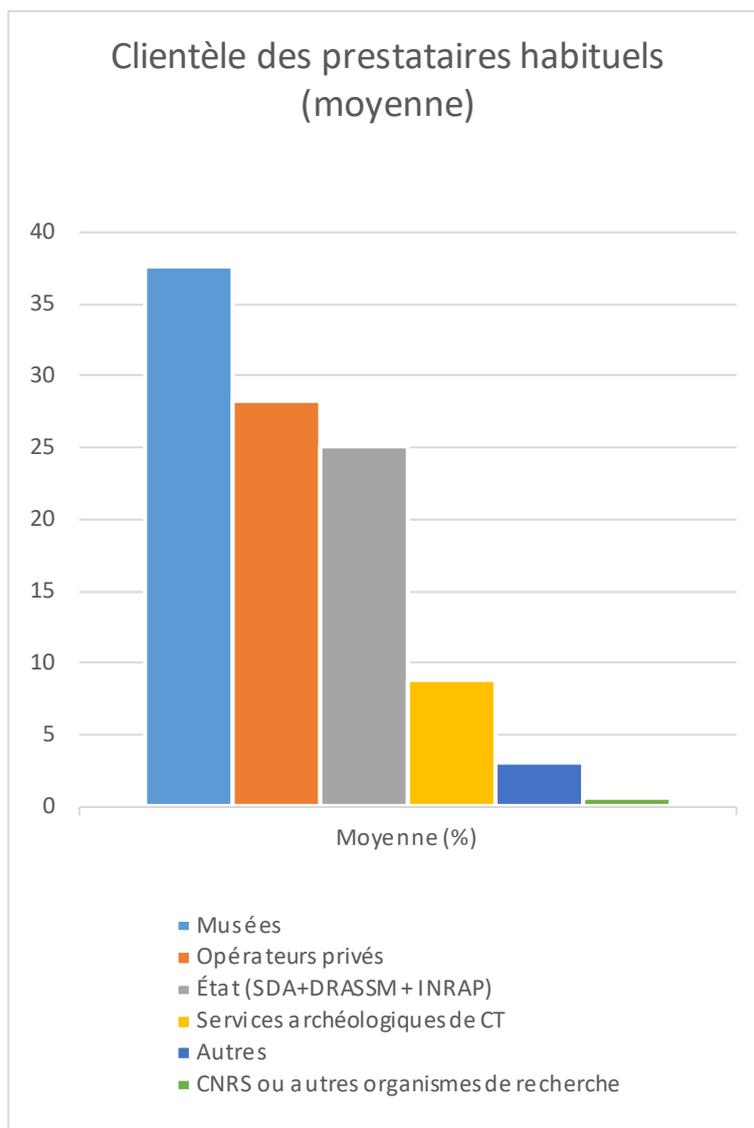
On distinguera, naturellement, les services qui effectuent de façon exceptionnelle des prestations de service de ceux dont c'est l'activité principale, sachant que, pour ces derniers, cela peut aller de 60 à 100 % du temps de travail. Si les premiers sont le plus souvent des structures comprenant un ou deux conservateurs-restaurateurs, les derniers en emploient généralement plus (entre deux et sept). Au sein de ces organismes, certains agents peuvent être chargés de missions en interne (administration du service, recherche, fonctions support, etc.) alors que d'autres travaillent essentiellement pour les prestations.

Les prestations proposées sont les traitements de conservation suivants : stabilisation, déchloruration, dessalement, consolidation, remontage et collage d'individus fragmentés, restauration complète pour exposition, conditionnements et supports.

### La clientèle

Parmi les trois établissements prestataires de service habituels auprès desquels nous avons pu recueillir des données, la clientèle, appréciée selon le pourcentage de montants facturés, se distribue de façon assez diversifiée : pour l'un d'entre eux, les principaux clients sont les musées et les opérateurs privés; pour un autre, il s'agit de l'État (sous-direction de l'Archéologie (SDA), direction des Recherches archéologique subaquatiques et sous-marines (DRASSM) et Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP) et des musées; le troisième a pour principaux clients les opérateurs privés, suivis à égalité par les musées et

les services de collectivité territoriale. En moyenne, les principaux clients de ces structures sont les musées, les opérateurs privés, et l'État et ses établissements publics (fig. 6).



**Figure 6** La clientèle des services ou établissement qui proposent habituellement des prestations

La faible mention de la clientèle des services de collectivité (un cas) laisse à penser soit que le volume de prestations des services de CT est faible en valeur absolue, soit que ceux-ci préfèrent s'adresser à un professionnel indépendant, associatif ou privé, pour des raisons de coût ou pour de proximité géographique.

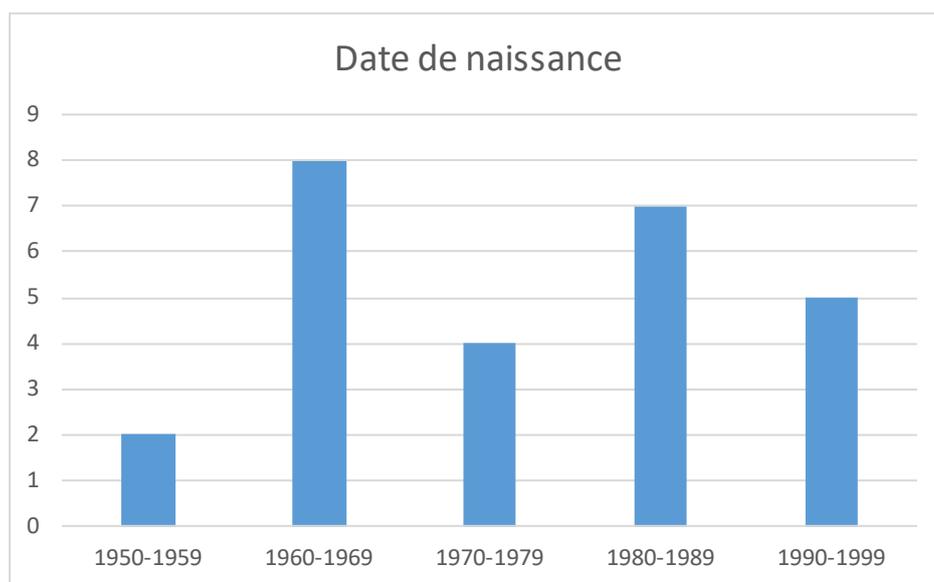
Les services non dotés de CR en interne (19) sont 7 à faire appel à un prestataire extérieur régulier toujours ou souvent (2 ponctuellement); alors que 8 préfèrent s'adresser toujours ou souvent à des prestataires différents (8 ponctuellement; 3 jamais).

## Portrait des conservateurs-restaurateurs en archéologie agents des collectivités territoriales

### Qui sont-ils?

On ne surprendra personne en mentionnant une féminisation massive de la profession et l'enquête réalisée le confirme : 22/26, soit 85 % sont des dames, alors que le taux se situe à 80 % pour les CR en archéologie tous statuts professionnels confondus (Hénaut, Salatko, 2020, p. 14). L'immense majorité d'entre eux (85 %) est diplômée du master Conservation-restauration de biens culturels de Paris 1. Les rares parcours atypiques concernent des formations à l'étranger ou des personnes ayant changé de spécialité au cours de leur vie professionnelle.

Paradoxalement, la moyenne d'âge se situe autour de 44 ans, alors que la distribution par décennies montre un creux pour les personnes nées entre 1970 et 1979, diplômées entre 2000 et 2009 environ (fig. 7a). Il est difficile de relier ce phénomène à un événement précis : en début de période, le monopole de l'INRAP (2001-2003) a pu freiner la création de postes dans le secteur, amenant les diplômés à s'installer à leur compte. La crise de 2008 peut aussi, dans une certaine mesure, expliquer le creux générationnel.



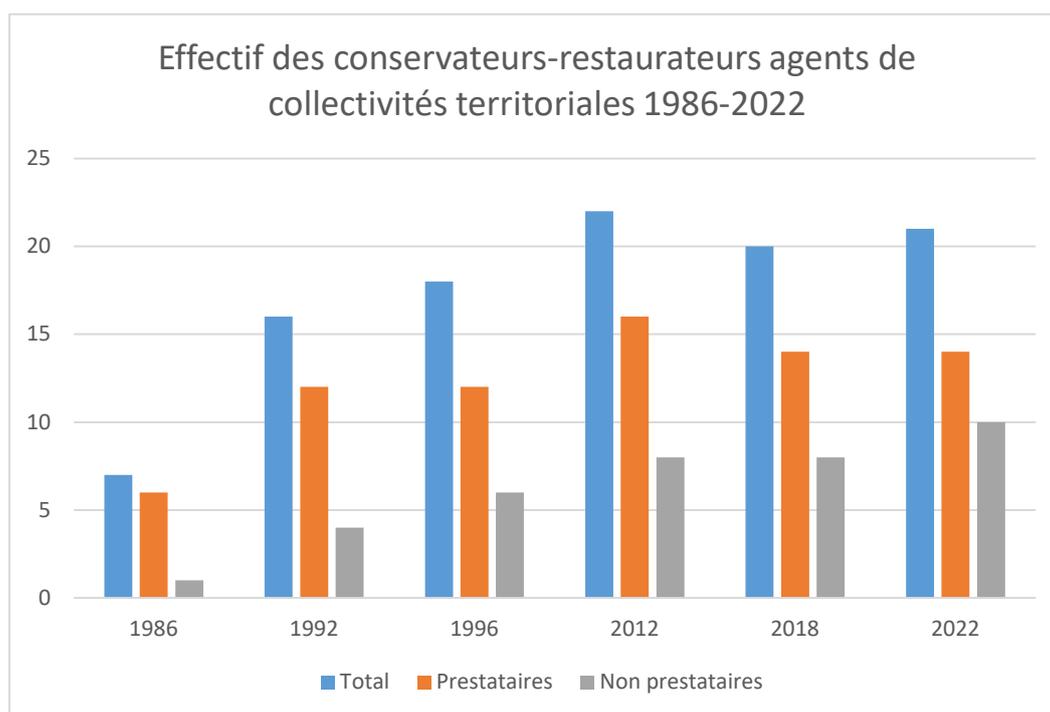
Date de naissance	Moyenne d'ancienneté dans le poste (ans)	Moyenne de la différence année du diplôme /année d'accès au poste actuel (ans)
1950-1959	33,5	-1,0
1960-1969	27,5	2,6
1970-1979	14,0	1,0
1980-1989	2,0	7,0
1990-1999	2,2	3,2

**Figure 7 a)** nombre de professionnels par classe d'âge des conservateurs-restaurateurs agents de CT; **b)** ancienneté dans le poste actuel et délai entre le diplôme et l'accès au poste actuel. Données : enquête 2022.

Il est intéressant de constater qu'en moyenne, les professionnels nés avant 1980 (âgés de 42 ans ou plus) ont accédé au poste qu'ils occupent aujourd'hui avant ou peu de temps après leur diplôme : leur vie professionnelle s'y résume. Dans une moindre mesure, c'est aussi le cas pour la classe d'âge la plus jeune. En revanche, le délai pour ceux nés entre 1980 et 1989 semble indiquer une ou plusieurs expériences professionnelles préalables.

### Combien sont-ils?

En agrégeant les données obtenues en 1996 (Pain, 1999) et en 2022 ainsi que nos connaissances personnelles du milieu professionnel, on peut dégager des évolutions concernant les effectifs au sein des collectivités territoriales : peu nombreux en 1986, leur nombre s'accroît jusqu'en 2012, puis stagne ou décroît légèrement. Il faut noter que, parmi les professionnels qui, en 1996, étaient salariés d'associations, un certain nombre sont devenus salariés de CT, suite au changement de tutelle de leur structure (voir *supra*). En prenant en compte ce changement, les effectifs des CR agents des collectivités pour les services ou établissements dont nous avons des données depuis leur date de création <sup>2</sup> peuvent être appréciés sur le graphique (fig. 8). Le nombre d'agents de structures prestataires de services en conservation-restauration présente un maximum dans la décennie 2000 et décroît depuis. Leur nombre global stagne depuis 2012.



**Figure 8** Effectifs des structures sous tutelle des collectivités territoriales. Données : enquêtes 1996 et 2022 et connaissances de l'auteur. Les structures pour lesquelles nous n'avons pas de données pour toute la période d'existence ne sont pas considérées.

<sup>2</sup> Quatre structures sont absentes du décompte pour cette raison.

## Statuts et postes

22 professionnels sur 26 sont positionnés sur des postes permanents : attaché de conservation ou assimilé. Ils se distribuent, en fonction de la différence entre la date de création du poste et celle de leur arrivée dans le service, entre plusieurs modalités : ceux qui ont débuté en tant que temporaires, dont on a créé le poste permanent après leur arrivée (4) ; ceux pour qui la création du poste et l'arrivée dans le service sont concomitantes (9), ceux dont le poste avait été créé préalablement à leur arrivée (10). Dans ce dernier cas, le poste a été créé parfois quelques années auparavant ; parfois très longtemps avant (7 à 46 ans), ce qui témoigne de la continuité des postes lors des départs des premiers titulaires.

Les statuts se distribuent quasiment à égalité : 9 fonctionnaires, 8 CDI et 9 CDD. Ces derniers correspondent, pour deux d'entre eux, à une CDIisation après 6 ans de contrat et, pour 6 personnes, à la reprise des contrats établis lorsque la structure qui les emploie avait un autre statut.

La rémunération dépend de l'ancienneté et du statut, les fonctionnaires étant privilégiés à moyenne d'âge comparable. Les CDD sont beaucoup plus jeunes en moyenne et, logiquement, sur la fourchette basse. 21 d'entre eux travaillent à temps complet et les statistiques sur la rémunération sont calculées sur ceux-ci (**fig. 9**).

Statut	Nombre	Rémunération mensuelle moyenne nette avant impôts (en euros)	Moyenne d'âge
Fonctionnaire	6	2416-2916	54
CDI	7	2071-2571	53
CDD	8	1928-2428	33

**Figure 9** Rémunération mensuelle nette avant impôts en fonction du statut des agents.

## Que font-ils ?

Si les interventions varient en fonction du caractère de prestataire de service ou non de l'établissement, presque toutes les fonctions listées sont effectuées par ses agents (**fig. 10**). Seule exception : parmi les CR qui travaillent en prestations, aucun n'est chargé de missions de gestion de collections ou d'inventaire, activités qui totalisent environ 21 % du temps de travail d'un CR agent en interne.

Le temps consacré à chaque activité est, en revanche, différent. L'activité principale des CR prestataires de service est la restauration complète pour exposition (46 % du temps de travail) ; suivie par les traitements de conservation curative (22 %), alors que pour les agents en interne la mise en état pour étude (comprenant le remontage des individus fragmentés) occupe 44 % de leur temps, suivie par les traitements de conservation (13 % du temps de travail).

Missions	Moyenne % temps passé total (26)	Moyenne % temps passé non prestataires (10)	Moyenne % temps passé prestataires (16)
Restauration complète pour exposition	31	8	46
Mise en état pour étude, nettoyage pour lisibilité, remontage et collage d'individus fragmentés	29	44	19
Traitements de conservation : stabilisation, déchloration, dessalement, consolidation	19	13	22
Mise en oeuvre de la conservation préventive (climat, conditionnements, supports,)	6	8	5
Gestion des collections, régie	4	10	0
Inventaire des collections	4	11	0
Administration du service	4	0	6
Prélèvements d'objets fragiles sur le terrain	2	2	2

**Figure 10** Moyenne du temps passé sur les différentes missions par les CR selon que la structure qui les emploie propose habituellement des prestations ou non.

L'éventail des matériaux sur lesquels les CR interviennent est très vaste; beaucoup plus étendu chez les agents en interne, volontiers « généralistes », que chez les prestataires de service (**fig. 11**). Ainsi, la moitié d'entre eux cite au moins cinq matériaux différents, alors que les prestataires sont beaucoup plus spécialisés : trois quarts en citent deux au maximum et aucun plus de quatre.

Nombre de matériaux cités	Total	Non prestataires (10)	Prestataires (16)	Non prestataires en %	Prestataires en %
1	7	0	7	0	44
2	5	0	5	0	31
3	3	1	2	10	13
4	6	4	2	40	13
5	1	1	0	10	0
6	1	1	0	10	0
7	2	2	0	20	0
8	1	1	0	10	0

**Figure 11** Nombre de spécialités citées par les CR selon que la structure qui les emploie propose habituellement des prestations ou non.

Les spécialités les plus courantes sont les métaux, les objets archéologiques en général, la céramique, les matières dures animales et le verre (fig. 12). Cependant, elles ne se distribuent pas de la même façon selon le mode d'activité : les agents qui œuvrent en interne travaillent tous sur les matériaux les plus courants (métaux, céramique) et sont 80 % à traiter les matières dures animales et le verre; 60 % les mosaïques ou peintures murales (traitements simples sur des fragments, généralement).

Les prestataires sont bien moins nombreux à travailler sur de la céramique, les matières dures animales et le verre. Ils sont plus nombreux à travailler sur la pierre, la mosaïque ou la peinture murale ou choisissent des spécialités pointues (qui bénéficient d'un effet de « niche ») en termes de matériaux : organiques secs, matières synthétiques, ambre, lignite, jais, etc. ou de types d'objets : objets composites, patrimoine sous-marin, métaux historiques.

Spécialité (s)	Total	Non prestataires (10)	Prestataires (16)	Non prestataires en %	Prestataires en %
Métaux	20	10	10	100	63
Objets archéologiques en général	18	10	8	100	50
Céramique	14	10	4	100	25
Matières dures animales (os, ivoire,)	13	8	5	80	31
Verre	11	8	3	80	19
Autres	10	3	7	30	44
Mosaïque, peinture murale	9	6	3	60	19
Matériaux organiques gorgés d'eau	7	4	3	40	19
Pierre	4	3	1	30	6

**Figure 12** Spécialités citées par les CR selon que la structure qui les emploie propose habituellement des prestations ou non.

Logiquement, lorsqu'un service se dote d'un poste de CR pour ses propres besoins, il cherche la polyvalence, aussi bien du point de vue des missions que des matériaux traités. La prestation de service joue plutôt sur la spécialisation fine, mais aussi, sans doute, sur la possibilité d'offrir des prestations qui apparaîtront comme rentables au client. Ainsi, dans la mesure où la restauration de céramiques archéologiques est chronophage (et donc chère en main d'œuvre) et que, comme on l'a vu plus haut, nombre d'archéologues assument eux-mêmes le collage des fragments, les services sont d'autant moins disposés à consacrer des budgets à des prestations extérieures sur ces matériaux. Cela pourrait expliquer la relative rareté de la spécialisation céramique chez les prestataires, alors qu'elle est omniprésente chez les agents des services.

## Conclusion

L'analyse des résultats de cette enquête permet de dégager quelques orientations sur le développement de la conservation-restauration en archéologie dans les services et établissements territoriaux.

Pour ce qui est des conservateurs-restaurateurs eux-mêmes, ce sont très majoritairement des femmes et des diplômés du master CRBC de l'université de Paris 1. On remarquera que plus de la moitié d'entre eux arrivent en poste peu après l'obtention du diplôme : il s'agit d'une expérience professionnelle au long cours, la moyenne de l'ancienneté dans le poste étant assez élevée (15 ans). La mobilité est faible, soit parce que les agents sont heureux là où ils sont et ne veulent pas en bouger, soit parce que les créations de postes sont encore trop peu nombreuses dans le secteur pour créer une dynamique.

Les structures qui ont pour vocation la prestation de services emploient des professionnels plus spécialisés. Leur clientèle est majoritairement constituée de musées, d'opérateurs privés ou de services de l'État, avec une part réduite de services de collectivité. Les prestations proposées sont essentiellement des restaurations complètes pour exposition et des traitements de conservation curative. Ce secteur ne progresse pas en nombre de professionnels depuis les années 2010 : il a vu en revanche un certain nombre de changements statutaires, en particulier la reprise par des collectivités de structures ayant auparavant d'autres statuts. Parallèlement, dans des services qui, au départ, avaient ouvert des postes pour leurs propres besoins, émergent des interrogations sur l'intérêt de s'ouvrir, plus ou moins largement, à la prestation de services.

Pour ce qui est des besoins des services, 21 % d'entre eux choisissent de créer des postes de CR en interne, alors que 79 % préfèrent faire appel à des prestataires extérieurs, qu'il s'agisse d'un prestataire régulier ou de professionnels à chaque fois différents. La création de postes en interne est en progression, même si les effectifs sont encore faibles. Il semble que la taille du service soit l'un des paramètres en cette matière : au-delà d'un nombre d'agents et donc d'un volume d'activité, la création du poste se justifie.

Cependant, dans la mesure où les économies en prestations ne compensent pas le coût du poste budgétaire, le choix est guidé par d'autres facteurs pouvant également avoir un effet économique et organisationnel, en ce sens qu'ils agissent positivement sur d'autres missions de la structure : la conservation des collections, la mise en état pour étude et l'administration. En effet, les CR en interne passent en moyenne 29 % de leur temps à des missions de régie, de conservation préventive et d'inventaire qui, dans d'autres structures, sont assumées par d'autres agents : régisseurs ou archéologues. La mise en état pour étude (y compris le recollage d'objets fragmentés, souvent chronophage) est une aide pour l'étude archéologique.

Les postes en interne déchargent également de la rédaction de cahiers des charges et de la mise en place des consultations liées à la commande publique pour les prestations en conservation-restauration, qui seront moins nombreuses, compte tenu de la polyvalence de ces professionnels. Enfin, dans un domaine où les priorités peuvent varier et les urgences apparaître ou disparaître, le conservateur-restaurateur en interne offre une garantie de disponibilité et de réactivité aux évolutions de la demande (44 % de son temps est consacré à la mise en état pour étude).

Le conservateur-restaurateur est depuis longtemps intégré aux structures et établissements territoriaux : si cette place est limitée en nombre de professionnels, elle semble reconnue en

termes de formation, de statut et de missions. Enfin, sa présence au sein des services a fortement contribué à promouvoir la conservation préventive et à mettre en place une démarche de conservation continue et cohérente, du terrain au Centre de conservation et d'études.

## Références bibliographiques

**Hénaut L., Salatko G.** (2020), « Le devenir des diplômés : résultats d'une enquête quantitative sur l'emploi des diplômés des quatre formations françaises en conservation-restauration (1975-2018) », *Conservation-restaurations des biens culturels*, N° 37, p. 5-40.

**Païn S.** (1999), « Conservateurs-restaurateurs dans la fonction publique : statuts, missions et perspectives », dans *La profession de conservateur-restaurateur : réflexions sur la situation française : dossier spécial*, 12<sup>e</sup> Réunion triennale de l'ICOM-CC, Lyon, FFCR, p. 37-41.

### L'auteur

**Silvia Païn** Conservatrice-restauratrice d'objets archéologiques, Service archéologique interdépartemental 78-92, Le Pas du Lac, 2 avenue de Lunca, 78180 Montigny-le-Bretonneux, [s.pain@epi78-92.fr](mailto:s.pain@epi78-92.fr);

# LA NÉCROPOLE GAULOISE DE BOBIGNY « HÔPITAL AVICENNE » 20 ANS DE COLLABORATION ENTRE ARCHÉOLOGUES ET CONSERVATEURS-RESTAURATEURS

RAPHAËLLE CHEVALLIER, JENNY KAURIN, STÉPHANE MARION,  
AVEC LA COLLABORATION D'HÉLÈNE HUYSSSEUNE

**Résumé** La découverte exceptionnelle de la nécropole gauloise de Bobigny, sur le site de l'hôpital Avicenne, en 2002-2003, a permis la mise au jour de plusieurs centaines d'objets en fer, en majeure partie des fibules. Les moyens prévus en phase post-fouille n'étaient pas dimensionnés pour gérer un tel ensemble et il fallut attendre l'engagement d'un projet de publication en 2014 pour que de nouveaux moyens permettent la mise en place d'une stratégie de traitement et d'étude du mobilier en fer. Cette stratégie, établie en concertation entre archéologues et conservateurs-restaurateurs, a tenté de concilier enjeux scientifiques et patrimoniaux et contraintes budgétaires. Cette contribution vise à en proposer un premier retour d'expérience.

**Mots-clé** conservation-restauration, objets archéologiques

## La nécropole de Bobigny « hôpital Avicenne » : histoire d'une découverte exceptionnelle

La fouille de la nécropole de Bobigny, entre septembre 2002 et octobre 2003 a été réalisée par l'INRAP en association avec la Mission Archéologie du département de la Seine-Saint-Denis (aujourd'hui Bureau du patrimoine archéologique).

Cette opération hors norme fut ponctuée de surprises et d'aléas qui expliquent que le rapport d'opération, finalement achevé en 2005, soit un document transitoire qui n'a pas permis l'étude exhaustive des vestiges et, en particulier, du mobilier mis au jour dans les sépultures. La fouille était initialement prévue en deux campagnes de quelques mois, séparées par une longue pause opérationnelle permettant d'avancer sur le traitement des données de l'ensemble des fouilles effectuées en 2002 à Bobigny. Elle s'est en fait déroulée en continu sur un peu plus d'un an (13 mois de terrain). La découverte, dès les premiers décapages, d'un ensemble funéraire extrêmement dense et stratifié n'était absolument pas attendue. Tout au plus pouvait-on envisager la présence d'une petite nécropole de moins de 40 sépultures. Un

tel effectif correspondait aux standards régionaux pour la période et était similaire en densité au seul secteur funéraire connu alors à Bobigny, sur le site des stades de la Motte, qui avait livré, à quelques centaines de mètres de là, un ensemble assez lâche de cinq inhumations.

Au final, outre les structures de l'habitat groupé postérieur, la fouille a permis la mise en évidence de 524 structures funéraires (499 inhumations et 25 dépôts et crémations; fig. 1) fortement imbriquées en dépit de la durée relativement brève de cette phase d'occupation, qui couvre le III<sup>e</sup> s. av. n.-è. (La Tène B2-C1) (Marion *et al.*, 2008).

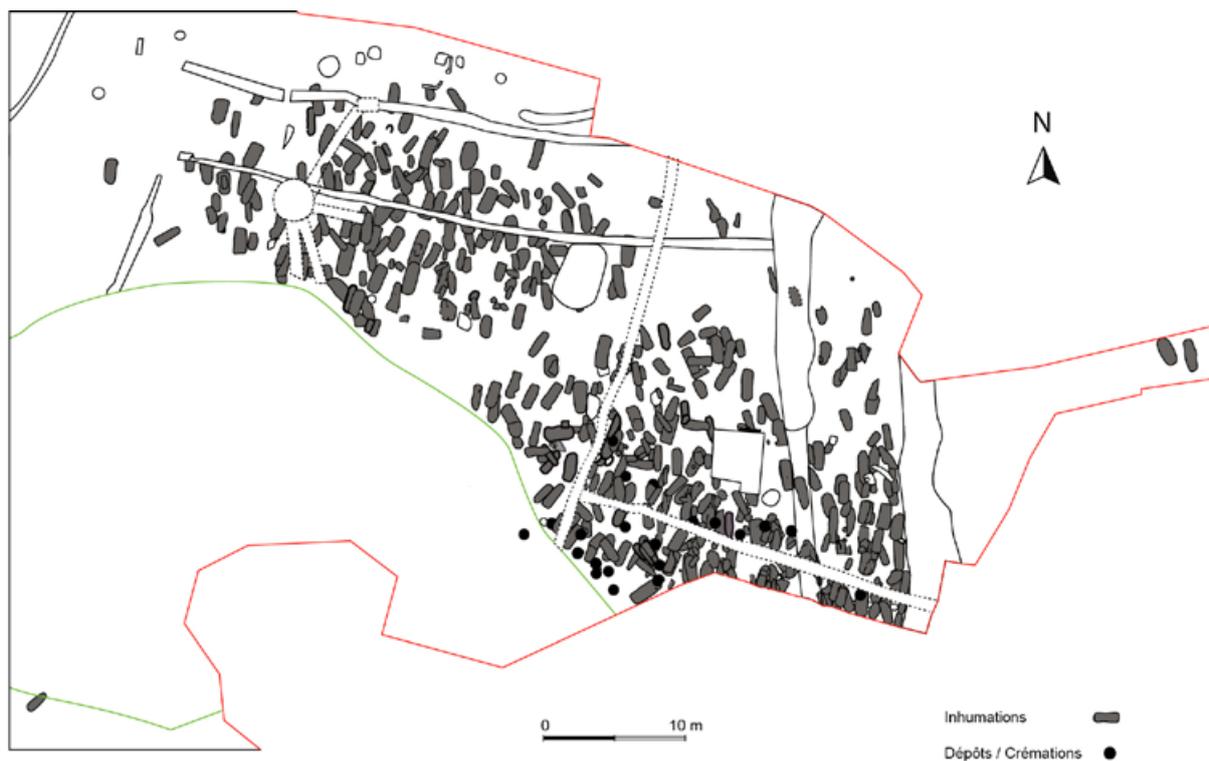
Fin 2002, la remise en cause de la loi sur l'archéologie préventive, qui créait l'INRAP et instaurait son monopole sur l'archéologie préventive, paralysa en partie le fonctionnement de l'INRAP. Pour l'opération de Bobigny, la crise se traduisit par l'interruption de la plupart des contrats d'une équipe majoritairement composée de contractuels à durée déterminée et déjà largement sous-dimensionnée par rapport à l'ampleur des découvertes. Fort heureusement, le soutien sans faille des tutelles (DRAC, INRAP et département de la Seine-Saint-Denis), l'aide bienveillante de la mairie de Bobigny, qui prit en charge certains contrats, et l'investissement des membres de l'équipe permirent la fouille de l'intégralité des structures, dans des conditions certes limitées mais néanmoins satisfaisantes.

Il n'en demeure pas moins qu'au regard de l'importance de cette découverte et de la quantité d'informations brutes à traiter, les moyens de post-fouille, déjà largement entamés, furent tout à fait insuffisants pour assurer de manière optimale le traitement de l'ensemble de la documentation.

Le mobilier funéraire est principalement composé d'objets en fer qui représentent l'essentiel du corpus (près de 80 % des 648 objets directement associés aux dépôts des sépultures). Ceux-ci ont en premier lieu fait l'objet d'une pré-étude, d'un enregistrement sommaire et, pour certains, de quelques radiographies rapides effectuées au gré des disponibilités du service de radiologie de l'hôpital Avicenne. Fort heureusement, ce mobilier a pu être accueilli par le service départemental de Seine-Saint-Denis, qui dispose de locaux adaptés (pièces à atmosphère contrôlée) et d'une forte tradition d'intégration des pratiques de la conservation préventive à la gestion des collections.

Cette préoccupation était présente dès la fouille. Dans un premier temps seuls les objets *a priori* les plus fragiles ont été traités (notamment les objets en lignite, en ambre et en verre). Progressivement, au gré des disponibilités budgétaires, nécessairement limitées, et des opportunités offertes par des projets d'exposition, certains objets en fer, notamment les plus prestigieux et originaux, et quelques fibules ont pu être nettoyés et stabilisés (traitements réalisés par le laboratoire Conservare à Compiègne).

Face à l'importance de cet ensemble funéraire, unique en Europe pour la période, et du corpus d'objets en fer, lui aussi tout à fait original en raison de l'abondance des fibules en fer, un projet de publication a été engagé en 2014.



**Figure 1** Plan général de la nécropole de Bobigny « hôpital Avicenne ».  
© Collectif : équipe Bobigny, DAO finale Stéphane Marion.

## La stratégie de traitement du mobilier en fer

La mise en place du projet de publication a conduit à l'élaboration d'un nouveau protocole de traitement du mobilier en fer. En effet, en 2014, la quasi-totalité du mobilier céramique (un peu moins de 80 vases au total) et en alliage cuivreux (environ une soixantaine d'objets de parure) avait fait l'objet de traitement de conservation-restauration, ainsi qu'une soixantaine d'artefacts en fer sur les près de 900 mis au jour dans la nécropole.

En dépit des moyens financiers conséquents alloués au projet de publication, il n'était pas possible de procéder à la mise en état pour étude de la totalité du mobilier en fer. Une sélection a donc été opérée en fonction des enjeux scientifiques portés par l'étude de la nécropole. La parure en fer étant particulièrement mal connue, priorité a été donnée à cette catégorie de mobilier et, notamment, aux fibules. Les objets trop lacunaires ou issus de structures mal conservées, ayant par là-même perdu une grande partie de leur potentiel informatif, ont été exclus de cette sélection. Cette dernière a également dû composer avec d'autres critères. La forte proportion de pièces présentant des restes organiques minéralisés dans leurs produits de corrosion (environ les deux tiers des pièces envoyées en traitement), connue dès avant 2014, nécessitait une prise en charge spécifique (cf. *infra*). La présence de nombreux décors sur les premières fibules envoyées en traitement en 2014 eut également un impact important sur le projet de conservation-restauration développé à l'échelle du corpus (cf. *infra*) ainsi que sur le projet scientifique attaché à l'étude de la nécropole. Cette découverte était particulièrement inattendue. En effet, parmi les fibules restaurées entre 2003 et 2013, seuls quelques exemplaires se signalaient par la présence d'ornements très difficiles à lire. De plus, en l'absence de corpus comparables dans la littérature, rien ne laissait préjuger de

telles découvertes. Dès lors, il devenait impératif de recourir à une méthode de traitement permettant d'accéder à une lisibilité optimale des techniques de mise en forme et des décors, impliquant un nettoyage de l'intégralité de l'objet et rendant impossible la conservation *in situ* des restes organiques minéralisés. Enfin, pour la cohérence de l'étude, tous les artefacts issus d'une même sépulture ont bénéficié, dans la mesure du possible, de traitements de conservation-restauration.

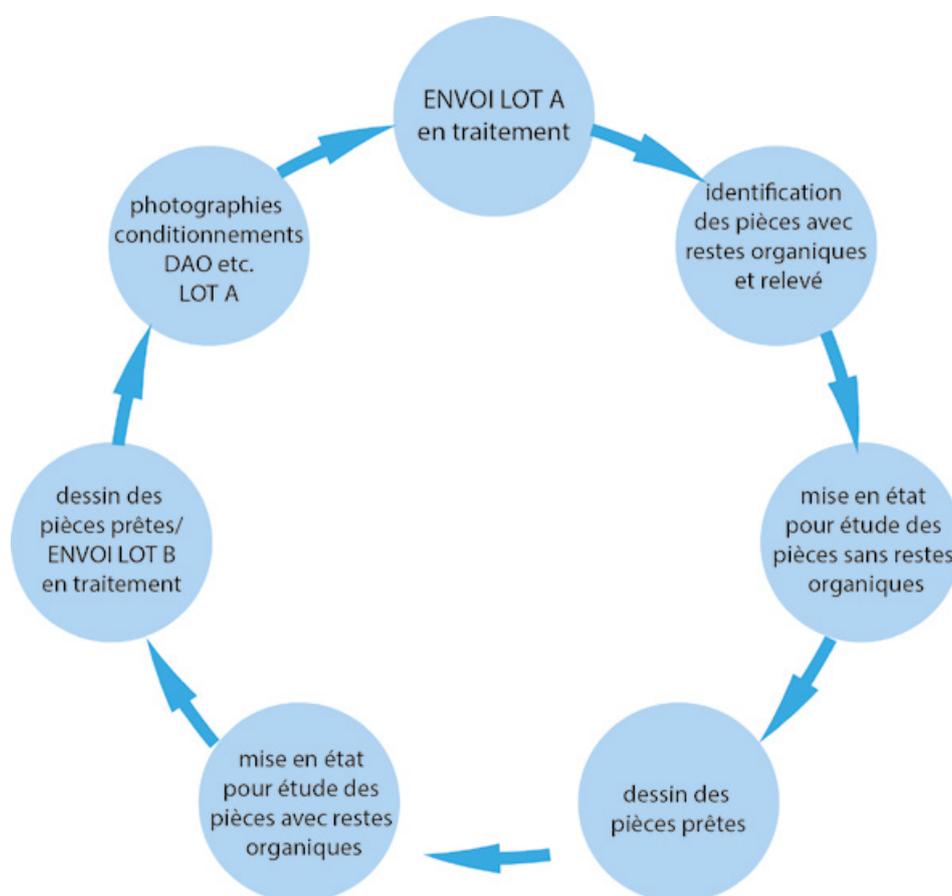
### Un protocole par lots successifs

Ces différentes étapes de sélection ont permis de retenir environ 300 artefacts devant bénéficier de traitements de conservation-restauration. Il a alors fallu trouver une forme d'organisation composant avec plusieurs contraintes. La première était l'articulation du travail de chacun autour de chaque objet : la personne procédant à la fouille et à l'analyse des restes organiques minéralisés (Hélène Huysseune, cf. *infra*), celle mettant en œuvre les traitements de conservation-restauration (Raphaëlle Chevallier, cf. *infra*) et celle réalisant le dessin et l'étude des objets (Jenny Kaurin, cf. *infra*), étant entendu que les obligations professionnelles des uns et des autres ne permettaient pas de travailler quotidiennement ensemble. Le caractère inédit de la démarche visant à traiter un corpus de plusieurs centaines d'objets de parure en fer impliquait néanmoins la mise en place d'une étroite collaboration entre le conservateur-restaurateur et le spécialiste des objets. Ensuite, la prise en charge des objets devait s'accorder avec les délais inhérents à la consommation des moyens financiers alloués au projet. Enfin, les études nécessaires à la publication devaient pouvoir s'engager parallèlement au traitement des objets, de manière à limiter leur impact sur le projet.

Il a donc été décidé de mettre en place un protocole abordant le mobilier par lots successifs d'une vingtaine d'objets (**fig. 2**). Dans la mesure du possible, les lots ont été composés avec les objets issus des mêmes sépultures, ces dernières étant abordées suivant un ordre logique, de la première (qui, suivant la logique de la fouille, porte le numéro 30) à la dernière (qui porte le numéro 525). Par exemple, le lot 1 était composé d'une sélection de presque trente objets issus des sépultures 30 à 85.

À l'arrivée à l'atelier, chaque lot a été examiné par la personne en charge de l'analyse des restes organiques minéralisés afin d'isoler les pièces présentant ce type de vestiges. Le délai nécessaire à la fouille des restes organiques minéralisés a été mis à profit pour débiter la mise en état pour étude des objets ne présentant pas ce type de vestiges, de manière à limiter le temps d'immobilisation du mobilier. La majeure partie des produits de corrosion supprimés et les remontages évidents reconnus, les questions posées par certains objets ont pu être discutées entre le conservateur-restaurateur et le spécialiste. Ces échanges ont tout particulièrement interrogé la reconnaissance de certains éléments morphologiques ou la vraisemblance de certaines traces pouvant correspondre à des ornements particulièrement mal conservés. Au fil de l'expérience acquise, ces échanges se sont faits progressivement moins intenses, l'homogénéité chrono-culturelle du corpus impliquant la redondance des éléments typologiques et des ornements reconnus. Pour favoriser cette dynamique d'échange, l'examen et le dessin des objets par le spécialiste ont été réalisés à l'atelier une fois leur mise en état pour étude achevée. De manière à optimiser les délais, le lot suivant était apporté à l'atelier dès la fin de la phase de dessin du lot précédent. L'objectif était double : permettre la prise en charge des restes organiques minéralisés conservés sur les objets nouvellement arrivés, tout en finalisant les photographies et conditionnements définitifs pour permettre le

retour des objets traités au Bureau du Patrimoine archéologique du Conseil départemental de Seine-Saint-Denis. Dans l'attente de la mise en état pour étude des objets suivants, toujours dans une volonté d'optimiser les délais, l'informatisation des dessins du lot précédent était engagée par le spécialiste. L'objectif était double : d'abord, transmettre au plus vite les dessins vectorisés à la personne en charge de l'analyse des restes organiques afin de permettre le report de ses relevés sur une documentation homogène et, par là-même, la finalisation de son étude; ensuite, engager le travail autour du manuscrit de la publication avec les autres membres du collectif (catalogue des sépultures et du mobilier qu'elles contiennent, étude typologique du mobilier, etc.). L'étude des restes organiques reconnus sur les objets du lot précédent finalisée, une nouvelle phase de réflexion pouvait s'engager, objet par objet, sépulture par sépulture, en croisant l'ensemble des informations disponibles (notamment taphonomiques) afin de déterminer les modalités de dépôt du mobilier, dans l'attente de la mise à disposition des objets du lot suivant. Ce protocole a été reproduit pour chaque lot.



**Figure 2** Représentation schématique de la stratégie de traitement par lots successifs des objets en fer. © Jenny Kaurin.

## La mise en état pour étude des objets

### *Projet de conservation-restauration*

Le projet de conservation-restauration, mis en place à partir de 2014, a principalement concerné des objets de parure vestimentaire ou annulaire en fer, « bruts de fouille » et parfois quelques objets restaurés lors de la première campagne de traitement. Les objectifs de

ce projet étaient, comme bien souvent pour les traitements pour étude, la mise en évidence des limites des surfaces d'origine des objets et la conservation à long terme des artefacts.

Les objets présentant des restes organiques minéralisés ont bénéficié d'une prise en charge particulière, s'appuyant sur les méthodes développées par le Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege (BLfD, Munich) et C. Proust (Proust, 2009; Huysseune, 2015; Nowak-Böck, Von Looz, 2013) : préalablement à la mise en évidence des surfaces d'origine, il a été procédé, sur chacun d'eux, à un dégagement du sédiment afin de mettre en évidence les restes organiques et leurs caractéristiques techniques, ces opérations s'accompagnant d'un enregistrement associant couverture photographique, relevés et descriptions des couches identifiées (Huysseune, 2019).

Le projet de conservation-restauration prévoyait par ailleurs le report de l'intervention de stabilisation physico-chimique après la réalisation des traitements de restauration. Cette solution permettait de débiter l'étude de chaque lot d'objets au plus vite, assurant par-là le bon déroulement du protocole établi entre les différents spécialistes. Elle permettait, en outre, d'assurer la collecte des informations matérielles avant la mise en œuvre de tout traitement susceptible d'entraîner leur éventuelle perte ou dégradation. L'intervention de restauration devenait, dans ce projet, l'occasion d'évaluer les besoins en traitements curatifs des individus et de proposer, *in fine*, des préconisations de conservation adaptées à chaque cas.

### Méthodes de traitements employées

La recherche des limites des surfaces d'origine a été menée par microsablage, c'est-à-dire par abrasion des produits de corrosion par projection de particules sous pression. Cette opération, menée avec un outil adapté à la sensibilité des objets, a toujours été effectuée sous loupe binoculaire. Le remontage des fragments a été limité aux connexions avérées. Il s'agissait ici d'éviter les approximations, afin de limiter les interprétations fallacieuses. Les connexions supposées, avec forte probabilité de contact à l'origine, n'ont pas non plus été remontées, le dessin archéologique pouvant recomposer la forme de l'objet, sans que le collage n'ajoute à la sensibilité mécanique de la pièce. Enfin, aucune consolidation n'a été mise en œuvre en amont du microsablage. Celles qui ont été menées sont simplement venues renforcer, à l'issue de l'intervention, les zones les plus sensibles aux contraintes mécaniques.

### Résultats

La méthode d'investigation employée a permis de mettre en évidence les surfaces des objets avec assurance. Le microsablage permet en effet une lecture aisée de la stratigraphie de la corrosion et la conservation de l'intégrité matérielle des objets durant l'investigation.

Grâce à la réalisation de l'opération sous loupe binoculaire et la possibilité de travailler à très basse pression, les détails morphologiques et la grande variété de décors de la collection ont pu être révélés avec la plus grande précision. L'intervention a ainsi pu livrer à l'étude des séries d'objets devenus lisibles, des formes appréhendables ou interprétables dans toutes leurs variations. L'analyse de l'impact de la corrosion sur la conservation de la forme de chaque pièce, a, en outre, permis au spécialiste des objets de préciser le dessin et, au-delà, l'histoire matérielle de tous les individus traités. Enfin, l'intervention a permis de réaliser l'analyse de l'état de conservation de la collection. Les informations collectées, associées au suivi étroit du mobilier sur son lieu de dépôt, permettent d'envisager la poursuite des traitements conservatoires sur des séries d'objets désormais restreintes.

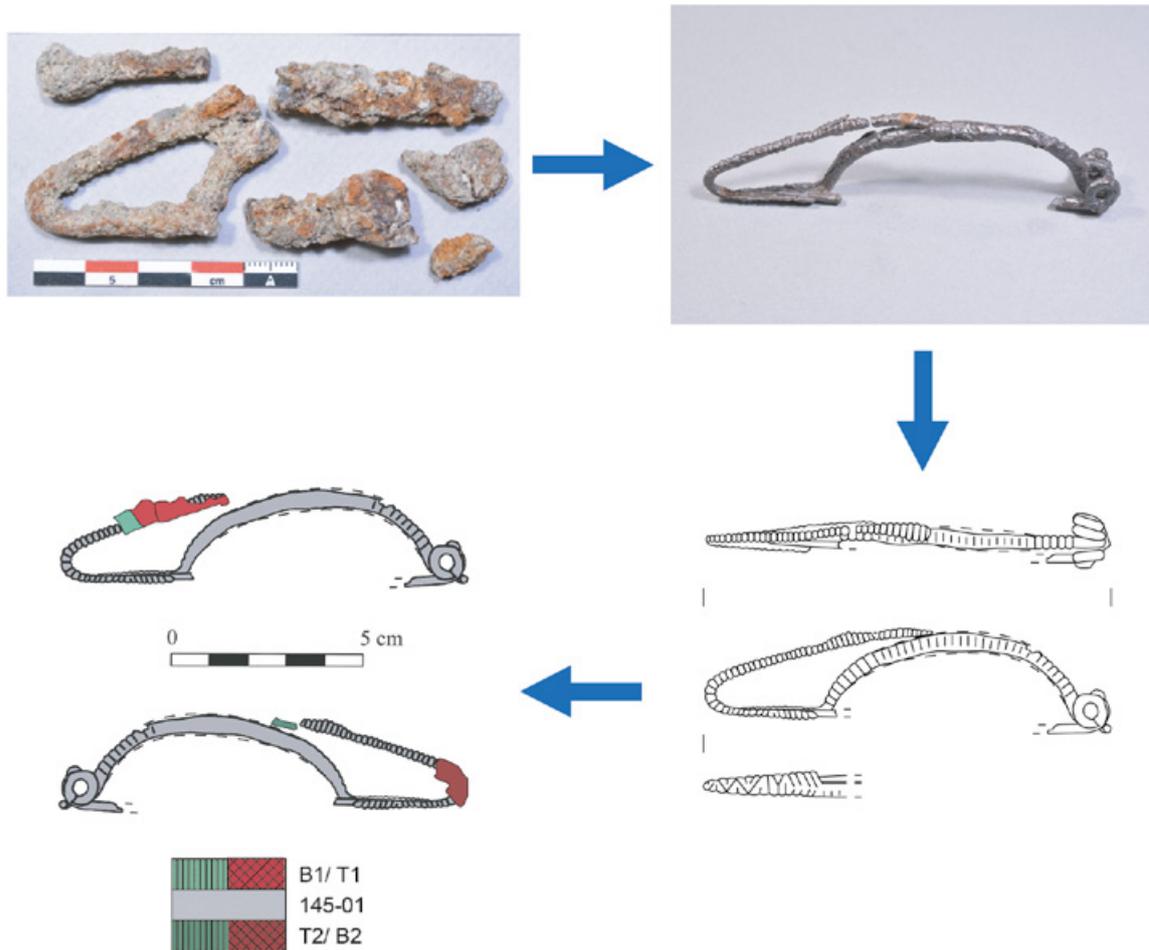
## Retour sur expérience

La stratégie mise en œuvre s'est révélée longue et coûteuse. En définitive, 16 lots d'objets ont été traités selon le protocole présenté (fig. 3). Ils correspondent à près de 300 fibules, 20 bracelets et environ 80 autres types d'objets (principalement des pièces de quincaillerie et d'armement). Les traitements se sont étendus entre 2014 et 2022. Une telle durée pose la question de la capacité des intervenants à être disponibles sur le temps long, à coordonner et à fragmenter leurs interventions. Les contraintes d'emploi du temps expliquent en grande partie qu'autant de temps ait été nécessaire. Le travail des uns et des autres étant étroitement imbriqué, le moindre contretemps de l'un a eu des répercussions importantes sur l'ensemble de la chaîne opératoire, conduisant à de multiples reports d'intervention. La crise sanitaire de 2020, sans avoir eu des conséquences décisives, a accentué le retard pris.

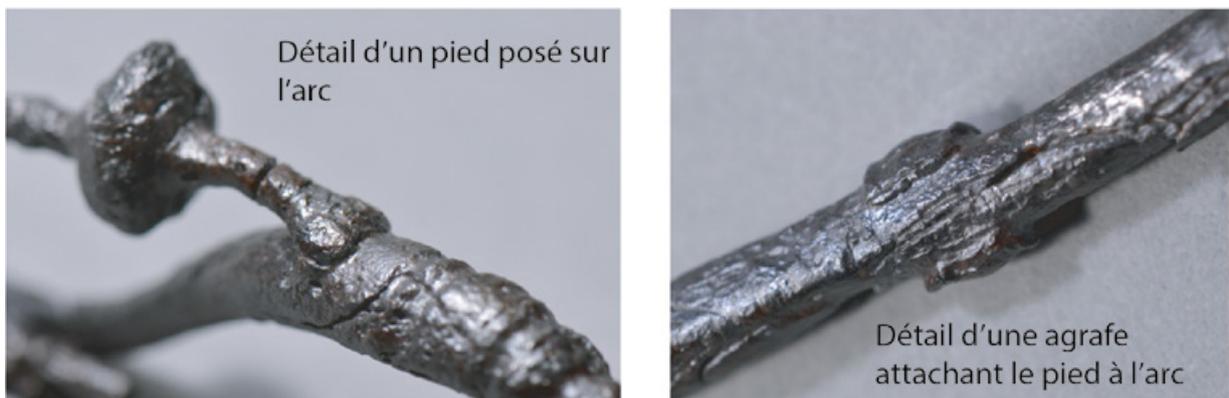
En dépit des moyens conséquents mobilisés autour du projet de publication, il a fallu constamment opérer des choix. La liste des objets à traiter a été revue à plusieurs reprises. La proportion de pièces conservant des restes organiques minéralisés avait été sous-estimée, tout comme celle des objets recevant un décor. Si des financements complémentaires sont venus abonder le budget, au regard de la qualité des premiers résultats obtenus, il a néanmoins fallu procéder à d'autres arbitrages pour garantir la poursuite de la stratégie engagée jusqu'à la dernière sépulture. S'appuyant sur les très bonnes conditions de conservation du mobilier au sein du Bureau du patrimoine archéologique du Conseil départemental de Seine-Saint-Denis (pièce à climat contrôlé et personnel dédié), il a été rapidement décidé de reporter la stabilisation physico-chimique des pièces dont le développement de la corrosion pouvait être contrôlé par d'autres moyens. Le recours à différentes techniques d'imagerie, qui avait été initialement envisagé, a été abandonné, tout comme la possibilité de réaliser des analyses métallographiques pour venir à l'appui de l'étude technique des objets.

Néanmoins, cette stratégie s'est révélée à haute valeur ajoutée sur le plan scientifique, en mettant à disposition une documentation inédite. L'investissement consenti autour de la prise en charge des restes organiques permet l'engagement d'une réflexion portée à l'échelle d'une nécropole complète, et non de quelques objets voire de quelques sépultures, comme c'est généralement le cas. La corrélation entre les données taphonomiques et celles issues de l'analyse des restes organiques, notamment de textile et de fourrure, permet de proposer une approche systématisée autour de la restitution des costumes funéraires et des dispositifs d'enveloppement, précisant notre appréhension des pratiques funéraires du III<sup>e</sup> siècle av. J.-C. Avec plus de 300 objets intégralement dégagés de leurs produits de corrosion, le corpus de fibules et de bracelets de la nécropole de Bobigny « hôpital Avicenne » est le plus important s'agissant des productions en fer du III<sup>e</sup> siècle av. J.-C. Les méthodes de traitement employées ont révélé des informations inédites sur le plan morphologique et technique, élevant les connaissances relatives aux fibules en fer au même niveau que celles relatives aux fibules en alliage cuivreux (fig. 4). Ainsi, le travail réalisé autour du corpus de Bobigny va permettre de poser les premiers jalons d'une typo-chronologie fine des fibules en fer du III<sup>e</sup> siècle et autoriser une comparaison terme à terme avec leurs homologues en alliage cuivreux. La reconnaissance d'ornements sur plus de la moitié des objets, qui reste inédite s'agissant de productions en fer, vient enrichir considérablement la réflexion sur l'art celtique et les savoir-faire des forgerons (fig. 5). L'analyse des décors reconnus à Bobigny pose les bases d'une étude du vocabulaire ornemental employé pour les objets en fer et sa comparaison avec celui observé sur les productions en alliages cuivreux (Kaurin *et al.*, à paraître). Les

perspectives dépassent largement celle de l'étude du site de Bobigny et invitent à reconsidérer les corpus contemporains de parures en fer qui, pour l'instant, n'ont pas pu bénéficier du même investissement.



**Figure 3** Illustration des principales étapes de traitement et d'études des objets en fer.  
© Raphaëlle Chevallier, Jenny Kaurin et Hélène Huysseune.



**Figure 4** Intérêt de la méthode de traitement employée pour révéler des détails morphologiques sur les fibules. © Raphaëlle Chevallier.



Détail d'une composition ornementale alternant cannelures et semis de points

**Figure 5** Intérêt de la méthode de traitement employée pour révéler les décors présents sur les fibules.  
© Raphaëlle Chevallier.

## Conclusion

Les découvertes de la nécropole de Bobigny « hôpital Avicenne » ont posé, dès leur mise au jour, la question de la prise en charge des grands corpus de mobilier archéologique en fer. Suffisamment lisibles pour permettre une détermination, mais trop corrodés pour être véritablement inscrits dans une démarche scientifique, l'étude des mobiliers en fer de la nécropole est restée longtemps assujettie à une politique de restauration valorisant les objets les plus emblématiques. Il aura fallu plus de dix ans pour réunir des financements suffisamment conséquents pour permettre l'engagement d'une réflexion à la hauteur du corpus mis au jour. Cela n'a été possible que grâce au caractère exceptionnel de la nécropole de Bobigny car, en l'absence de moyens dédiés provisionnés en amont du démarrage des opérations archéologiques, les grands corpus de mobiliers en fer ne peuvent pas être pris en charge. Les choix scientifiques opérés à Bobigny ont privilégié la compréhension des fibules en fer, au détriment d'autres catégories de mobilier (notamment la quincaillerie); l'analyse des restes organiques minéralisés, au détriment de l'imagerie ou d'analyses métallographiques par exemple. Il aura fallu encore presque dix ans pour disposer de l'intégralité de la documentation afférente. De tels délais sont difficilement compatibles avec les exigences de la recherche et plus encore avec ceux de l'archéologie préventive. Il aurait évidemment été possible de réduire ces délais avec une équipe entièrement dédiée à la prise en charge du corpus, mais pas suffisamment pour les rendre compatibles avec les exigences réglementaires. En l'état actuel, l'étude des mobiliers en fer ne peut relever que de la recherche programmée. Enfin, comme pour n'importe quel grand corpus de mobilier en fer, se pose aujourd'hui la question de la conservation à long terme de ces objets. La stabilisation en bain de sulfites alcalins a pu être différée à Bobigny dans l'attente de financements dédiés grâce à la qualité des infrastructures du Bureau du patrimoine archéologique du Conseil départemental de Seine-Saint-Denis. Cette

situation invite aujourd'hui à s'interroger sur la plus-value de ce type d'intervention au vu de son coût et de son impact sur les objets, l'extraction des chlorures fragmentant les surfaces et obligeant à de nouveaux traitements de conservation-restauration après stabilisation, au profit peut-être d'autres formes de conservation.

## Références bibliographiques

**Huysseune H.** (2015), *Conservation-restauration d'un ensemble archéologique prélevé en motte : une sépulture d'enfant du Haut Moyen Âge (VI<sup>e</sup> siècle, Langenpreising, Bavière)*, mémoire de master 2, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

**Huysseune H., Chevallier R.**, avec la collaboration de **Marion S., Kaurin J., Le Forestier C., Kérien M.** (2019), « La nécropole gauloise de Bobigny (Seine-Saint-Denis), une étude en cours : apports de la conservation-restauration à la connaissance du mobilier métallique et de son environnement », dans ARAAFU (dir.), *Biographie de l'objet*, actes des XXX<sup>es</sup> journées des restaurateurs en archéologie (Toulouse, 13-14 octobre 2016), Paris, ARAAFU (coll. CRBC Cahiers techniques, 24), p. 50-63.

**Kaurin J., Chevallier R., Marion S.** (à paraître), « Le décor des fibules en fer de la nécropole de Bobigny "Hôpital Avicenne" (III<sup>e</sup> s. av. J.-C.) », dans *Les expressions artistiques des sociétés des âges du Fer*, actes du 46<sup>e</sup> colloque de l'AFEAF (Aix-en-Provence, 26-28 mai 2022).

**Marion S., Le Bechenec Y., Le Forestier C.** (2008), « Nécropole et bourgade d'artisans : l'évolution des sites de Bobigny (Seine-Saint-Denis), entre La Tène B et La Tène D », *Revue archéologique du Centre de la France*, tomes 45-46 | 2006-2007, [En ligne], mis en ligne le 30 mai 2008. Disponible sur : <http://racf.revues.org//index654.html>.

**Nowak-Böck B. et Von Looz G.** (2013), « Methodik der Bearbeitung von organischen Resten und Metallfunden » dans Haas-Gebhard B. et Fehr H. (dir.), *Unterhaching – Eine Grabgruppe um 500 bei München, Abhandlungen und Bestandskatalog*, Archäologischer Staatmmlung München 1, München, Archäologische Staatmmlung München 1, p. 156-185.

**Proust C.** (2009), « Méthodologie d'étude des restes organiques minéralisés », dans Bizot B. et Signoli M. (dir.), *Rencontre autour des sépultures habillées*, actes des journées d'étude organisées par le Groupement d'anthropologie et d'archéologie funéraire et le service régional de l'Archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Carry-le-Rouet (Bouches du Rhône), 13-14 décembre 2008, Téléché : GAAF, p. 103-118.

### Les auteurs

**Jenny Kaurin** Conservatrice du patrimoine, DRAC-service régional de l'Archéologie de Bourgogne-Franche-Comté, 39-41 rue Vannerie, 21000 Dijon, [jenny.kaurin@culture.gouv.fr](mailto:jenny.kaurin@culture.gouv.fr)

**Stéphane Marion** Ingénieur de recherche, DRAC Grand-Est, service régional de l'Archéologie, 6 place de Chambre, 57000 Metz, [stephane.marion@culture.gouv.fr](mailto:stephane.marion@culture.gouv.fr)

**Raphaëlle Chevallier** Conservatrice-restauratrice, RCCR, [raphaellechevallier.cr@gmail.com](mailto:raphaellechevallier.cr@gmail.com)

**Hélène Huysseune** Conservatrice-restauratrice

# LA CORROSION : UNE UNITÉ STRATIGRAPHIQUE

ELSA DESPLANQUES, MARINE CROUZET

**Résumé** La conservation-restauration des objets métalliques permet d'avoir un accès privilégié à leur contexte d'enfouissement immédiat à travers l'observation des produits de corrosion. Contrairement à d'autres matériaux, les objets métalliques corrodés portent en eux une partie de leur contexte archéologique d'abandon, puisque leurs produits de corrosion se mélangent avec celui-ci pour former une gangue plus ou moins épaisse, qui résiste bien souvent au premier nettoyage de terrain. Par conséquent, la conservation-restauration d'objets métalliques consiste véritablement en une poursuite de la fouille archéologique à l'échelle de l'objet, selon une méthodologie similaire, strate par strate, documentée et interprétée. C'est ainsi le moment de découvertes exogènes et pourtant cohérentes avec les objets, comme la mise en évidence des restes organiques minéralisés. À travers plusieurs exemples issus de fouilles récentes de nécropoles ou d'anciennes collections non restaurées depuis leur mise au jour, nous présentons ce travail d'étude préalable pendant la restauration, parfois difficile à anticiper ou à chiffrer, et pourtant capital pour la science archéologique à laquelle contribuent, ensemble, le conservateur-restaurateur et l'archéologue.

**Mots-clés** corrosion, strates, unité stratigraphique, métal, restes organiques minéralisés, collaboration archéologue/conservateur-restaurateur.

La notion de strates et la notion d'interface entre ces strates ont déjà été théorisées et définies en conservation-restauration des objets archéologiques métalliques. Elles sont au cœur des travaux de référence de Régis Bertholon et du projet Mi-Corr développé par Christian Degrigny, et on retrouve une approche similaire dans toutes les coupes métallographiques qui permettent de faire avancer la recherche en archéométrie ou en connaissance des processus de corrosion.

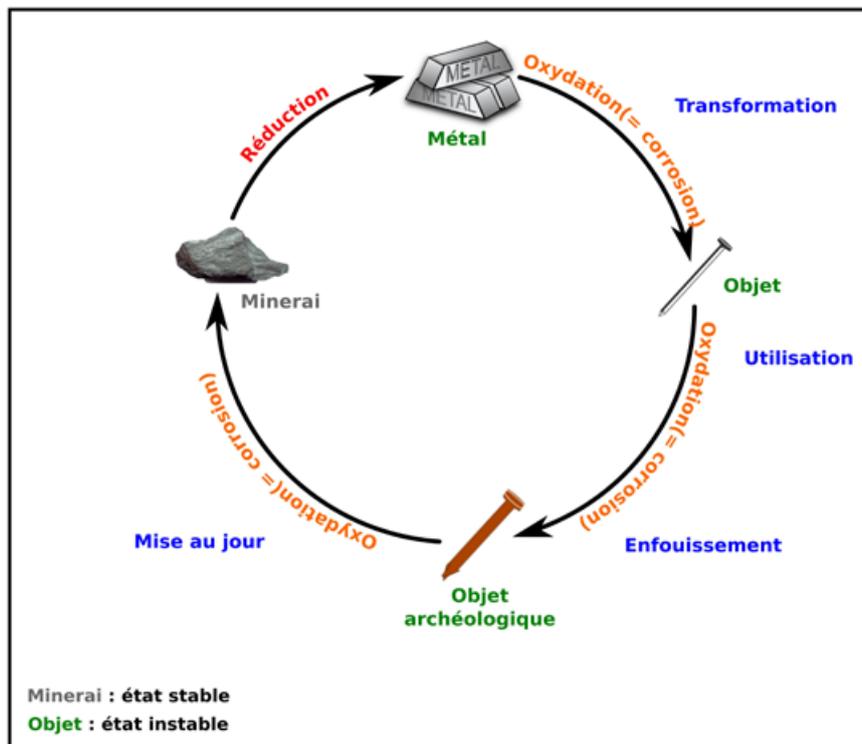
Nous avons souhaité profiter de l'opportunité de ce colloque, destiné à faire se rencontrer archéologues et conservateurs-restaurateurs, pour nous appuyer sur ces notions afin d'insister sur l'importance de la prise en compte des couches de corrosion comme une partie intégrante des objets archéologiques, dès leur prise en charge à la sortie de la fouille. Si elles sont depuis longtemps étudiées par les disciplines citées, les différentes strates de corrosion et de sédiments semblent souvent méconnues des archéologues (ainsi que l'on a pu le constater au cours de formations récemment délivrées au sein de l'INRAP ou au cours de discussions avec nos partenaires) au profit de l'étude du site ou des objets. Les tensions soulevées par les activités de l'archéologie préventive ne pouvant suffire à expliquer cet oubli, nous avons souhaité ouvrir le débat pour envisager une meilleure prise en compte de ces problématiques. C'est pourquoi nous montrerons l'enjeu de la conservation d'un objet métallique avec ou sans sa couche de corrosion, du point de vue de son intégrité et du point de vue de la nature des informations que l'on peut retrouver. Et nous essaierons d'étudier l'écho de ces enjeux

dans les processus de décisions administratives. Nous proposerons ensuite une discussion sur les modalités d'une réflexion collective sur d'éventuels protocoles à mettre en place pour permettre une meilleure prise en compte des produits de corrosion comme une unité significative pour la recherche archéologique.

## La corrosion : une strate entre l'objet et le milieu

### Le cycle de la corrosion

L'objet archéologique en métal provient de la transformation d'un minerai. Ce dernier, constitué d'oxydes métalliques, se trouve dans un état stable sur terre. L'objet en métal créé à partir de ce minerai est donc par nature instable. Par conséquent, tout au long de son existence, le métal, face aux facteurs environnementaux tels que l'oxygène, l'humidité, les sels, va chercher à retourner à son état naturel, le minerai. Cette tendance du métal à toujours revenir à l'état de minerai, c'est la corrosion. Tout le reste est affaire de cinétique. Cela va plus ou moins vite, mais cela va arriver : l'objet en métal va se corroder (fig. 1).



### Cycle d'un objet en métal

Figure 1 Le cycle de la corrosion. © A-CORROS.

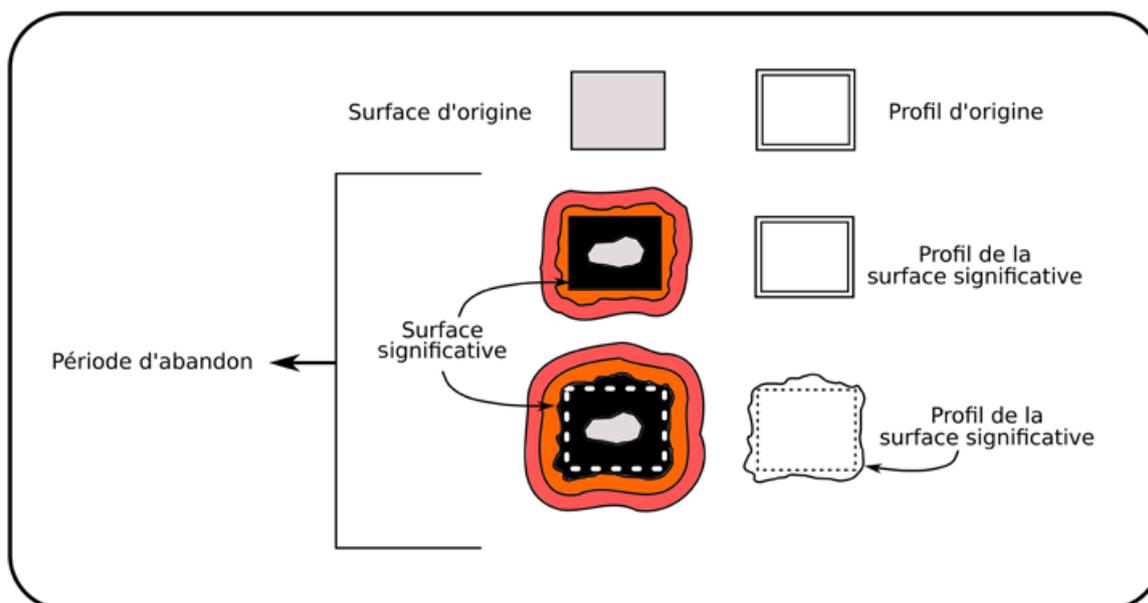
### Taphonomie d'un objet en métal

Les temps de la fabrication, de l'utilisation et de l'enfouissement représentent trois moments-clés pour le métal : trois phases d'exposition différentes à plusieurs facteurs de corrosion. Pour les objets archéologiques, l'enfouissement constitue bien souvent la période la plus longue. Pendant cette période, l'objet interagit avec son milieu, par un échange d'électrons,

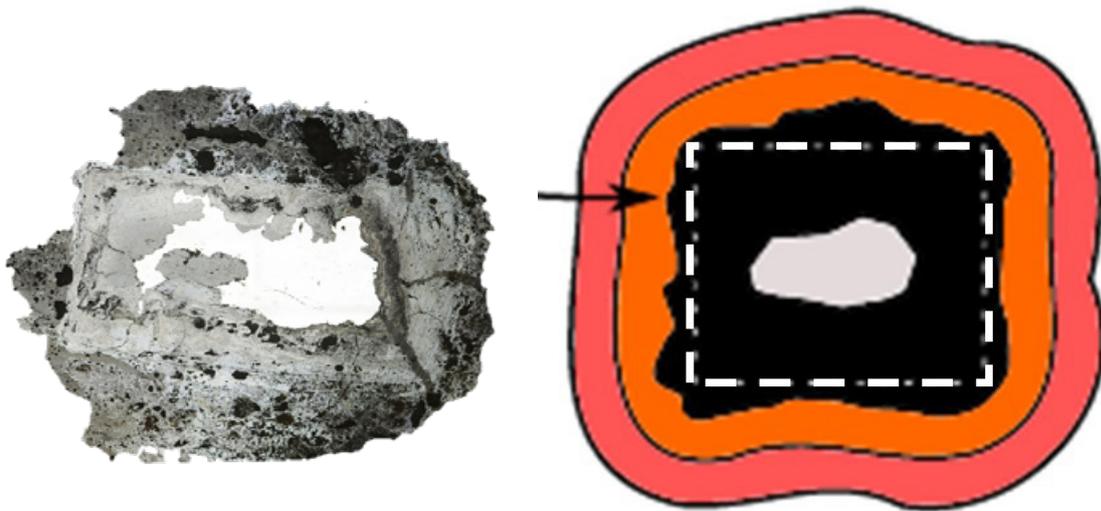
et des modifications physico-chimiques de sa surface et de sa structure interviennent. Ces évolutions contribuent peu à peu à rapprocher la composition de l'objet en métal de son minerai d'origine, ce qui se traduit par une perte progressive du noyau métallique de l'objet au profit de la formation d'un mille-feuilles de produits de corrosion, recouvert d'une gangue plus ou moins épaisse de concrétions autour de sa surface externe (fig. 2, 3 et 4).



**Figure 2** Similitudes visuelles entre des minerais métalliques et des objets archéologiques métalliques corrodés. © A-CORROS.



**Figure 3** Représentation schématique en coupe d'un objet archéologique métallique corrodé. © A-CORROS.



**Figure 4** Vision en coupe d'un objet métallique corrodé : observation au microscope optique d'un clou, provenant du site du Castellet- Le Galantin, en coupe transversale. ©A-CORROS-LAPA.

En effet, rien ne se perd, tout se transforme. Sous l'effet du temps et des conditions de l'enfouissement, la matière métallique se transforme à raison d'un ratio de 1 mm de métal pour 5 mm de produits de corrosion. Heureusement, le niveau de la surface d'origine, porteur de l'ensemble des informations archéologiques, même si cette surface est modifiée au contact du milieu d'enfouissement, reste pourtant bien présent au milieu de ces couches de corrosion. Ainsi, les produits de corrosion, les éléments à proximité, les sédiments, tout cela se retrouve sur nos objets archéologiques métalliques. Cependant, ce mélange n'est pas homogène, et en réalité la cinétique est si lente qu'une organisation a le temps de voir le jour et que des strates se distinguent de la même façon que des strates géologiques. Ce sont ces strates qui nous intéressent et sur lesquelles nous souhaiterions revenir.

## La corrosion : un objet d'étude

### L'approche stratigraphique : un examen interactif

Ces strates, et les relations qu'elles entretiennent entre elles, sont en effet souvent significatives et méritent d'être prises en compte de façon plus large dans la conservation des objets archéologiques et tout au long de la chaîne opératoire, dès la fouille comme dans le suivi des collections. Tout conservateur-restaurateur d'objets archéologiques métalliques est au fait de leur observation et de leur description, plus ou moins approfondie selon l'enjeu de cette description. Hors projets de recherche, les observations se font au cours des opérations de nettoyage et font de la restauration le moment privilégié de leur étude : un examen interactif plus ou moins destructif des différentes strates (**fig. 5**).



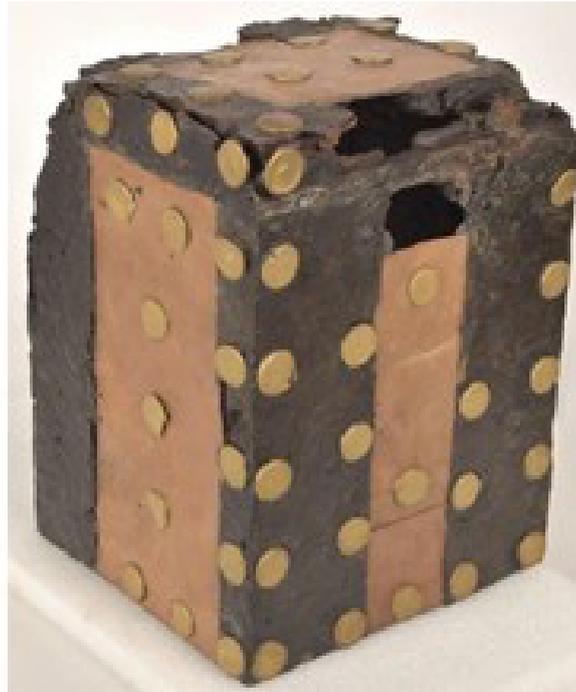
**Figure 5** Vue macroscopique des strates dégagées lors d'un nettoyage de produits de corrosion sur un objet archéologique; à gauche: en fer (paroi de coffre romain composite, contexte subaquatique, MDAA, Arles); à droite: en alliage cuivreux (élément de miroir, contexte terrestre, Ville d'Aix en Provence), © A-CORROS.

### L'approche stratigraphique : une méthode descriptive normalisée

Le protocole descriptif le plus connu en conservation-restauration est celui mis en place par Régis Bertholon (2000) et diffusé au sein de certaines formations en conservation-restauration des biens culturels archéologiques. Pour rappel, il s'agit, au moment de l'étape du constat d'état, de considérer l'objet archéologique comme un milieu géologique et de décrire les couches observées de l'extérieur vers l'intérieur d'un objet (et donc avec sa couche de corrosion, ses concrétions, ses sédiments, etc.). Cette analyse est rendue possible par les accès aux fissures ou fragmentations naturelles au moment de la prise en charge, par une étude de coupe plus aboutie ou simplement par le nettoyage, lui aussi, de fait, stratigraphique (fig. 6 et 7). Cette étude préalable interactive permet notamment l'identification et la localisation de la surface d'origine des objets (surface de l'objet lors de son abandon).

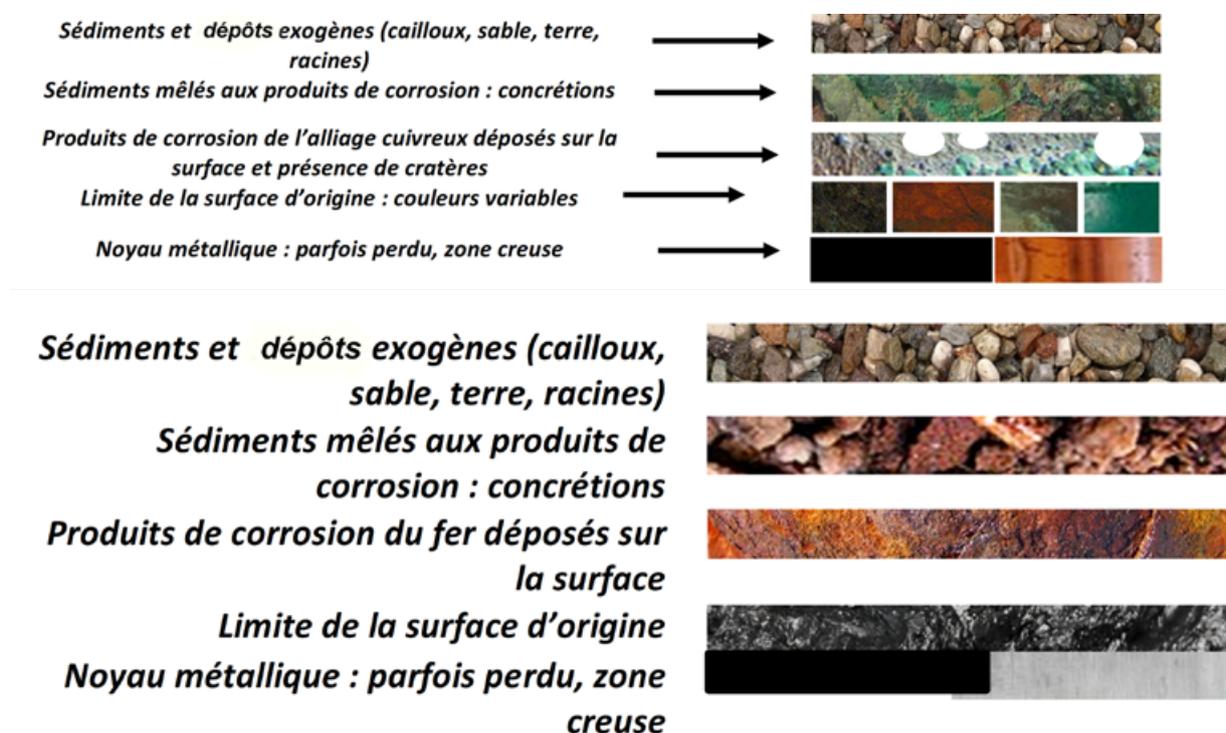


**Figure 6** Étapes d'un nettoyage des produits de corrosion sur un objet archéologique composite (paroi de coffre romain, contexte subaquatique, MDAA, Arles). © A-CORROS.



**Figure 7** Vue de la paroi de coffre romain après restauration. © Christophe Terpent, Arc Nucléart).

Idéalement et dans la mesure des possibilités de délai, de budget et d'intérêt scientifique ou pratique, cette description peut être détaillée selon des dizaines de critères de formes et de textures et peut donner lieu à l'établissement de schémas associés, reprenant l'empilement de ces couches, en les distinguant par des couleurs ou des figurés (**fig. 8, 9 et 10**).



**Figures 8** Représentation schématique de la stratigraphie d'objets archéologiques métalliques en alliage cuivreux (en haut) et en fer (en bas). © A-CORROS



Figure 9 Représentation schématique de la stratigraphie d'un objet archéologique métallique en fer © A-CORROS.

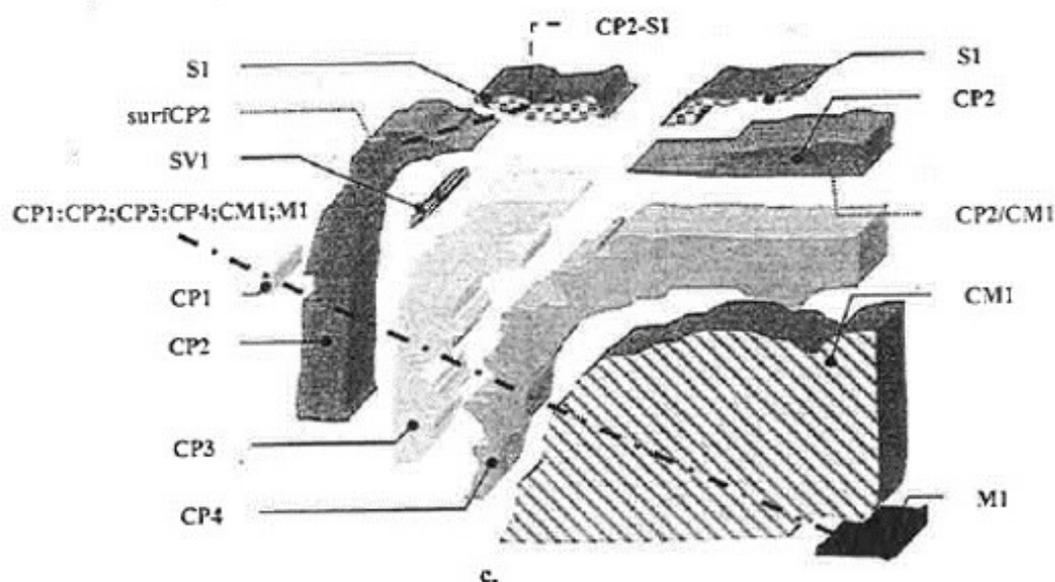


Figure 10 Types de strates et codes associés (d'après Bertholon, 2002, p. 58). © R. Bertholon.

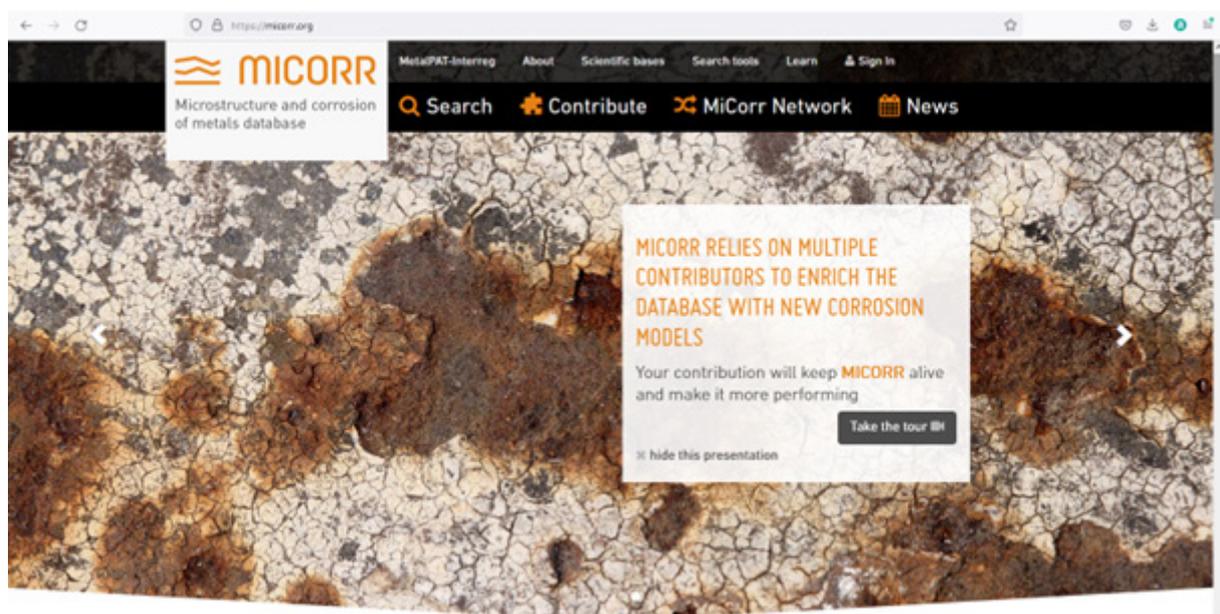
## L'approche stratigraphique : imagerie et analyses

Dans la plupart des cas, et notamment lorsque des examens visuels ou des analyses de composition complémentaires sont réalisés, ces couches peuvent être également caractérisées. C'est en effet une pratique courante en archéométrie du mobilier métallique sur écailles ou prélèvements. Après inclusion dans une résine et polissage, on peut observer le métal en coupe par des moyens optiques de pointe et également réaliser des analyses précises de caractérisation, par MEB EDS ou diffraction X par exemple.

Pour l'archéologie, les scientifiques de la conservation étudient les couches de corrosion pour comprendre comment se forment les produits de corrosion, car ils sont caractéristiques d'un milieu, d'un environnement, d'un usage, d'un accident. Pour la conservation-restauration, leur étude aide à comprendre comment ces produits évoluent : porosité, épaisseur, compatibilité, où se nichent les chlorures responsables de dégradations majeures. La recherche pour l'optimisation des méthodes de conservation, de stabilisation et de protection a besoin de pouvoir étudier cette corrosion comme matière à part entière issue d'objets archéologiques réels, car les corpus réels sont encore trop maigres et les matériaux de synthèse ne suffisent pas à rendre compte d'une réalité bien plus complexe.

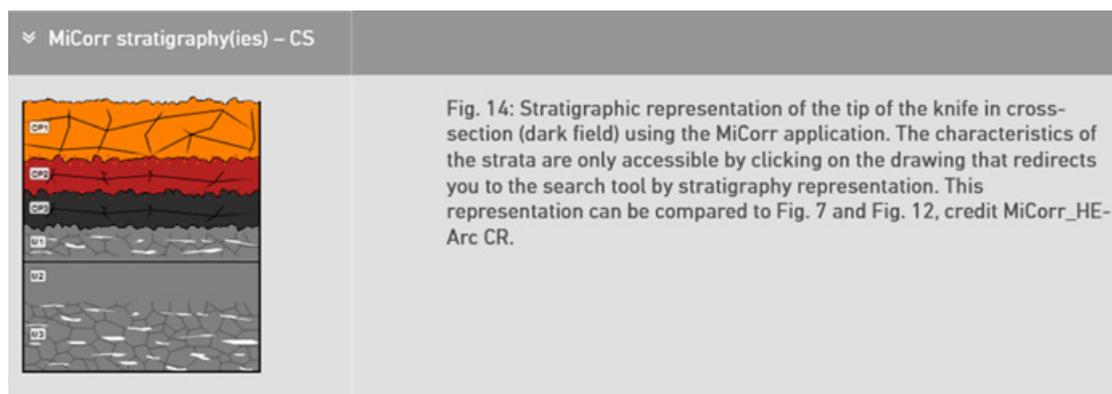
## L'approche stratigraphique : archive et base de données

Au croisement de ces deux approches, du quotidien des conservateurs-restaurateurs et des études des scientifiques en conservation, le projet MiCorr<sup>1</sup> lancé par Christian Degriigny (Degriigny *et al.*, 2016 et 2020) et directement issu des recherches lexicales descriptives de Régis Bertholon (2000), entend permettre la constitution d'une base de données de ces stratigraphies de corrosion en vue d'en permettre l'étude approfondie et comparative à une échelle plus large. Chaque fiche inclut en effet des critères descriptifs normés, permettant de mettre en relation des objets variés par la similitude de leurs profils de corrosion (**fig.11** et **12**).



**Figure 11** Capture d'écran de la page d'accueil du site MiCorr. <https://micorr.org/>.

<sup>1</sup> <https://micorr.org/>



**Figure 12** Capture d'écran d'une rubrique comprenant une coupe stratigraphique de produits de corrosion. <https://micorr.org/>

## Limites

Cependant, malgré ces recherches fondamentales et hors projet d'étude précis, la pratique des archéologues envers les conservateurs-restaurateurs reste majoritairement focalisée sur deux axes : une demande de stabilisation rapide d'objets avec leurs produits de corrosion et leurs concrétions ou une demande de nettoyage par la recherche d'une seule strate, la limite de la surface d'origine, sur tout ou partie de l'objet. Or, la réalité est complexe et ces deux opérations impliquent en réalité une prise en compte plus fine des couches de corrosion recouvrant un objet métallique archéologique.

La corrosion est donc précieuse : directement en elle-même, en tant que potentiel informatif, mais aussi indirectement, pour ce qu'elle porte comme information, tout comme une unité stratigraphique archéologique (US) peut l'être par sa présence même, parmi d'autres, ou par ses propriétés géologiques, autant que par ce qu'elle contient comme mobilier.

L'exemple des restes organiques minéralisés est à ce titre particulièrement convaincant.

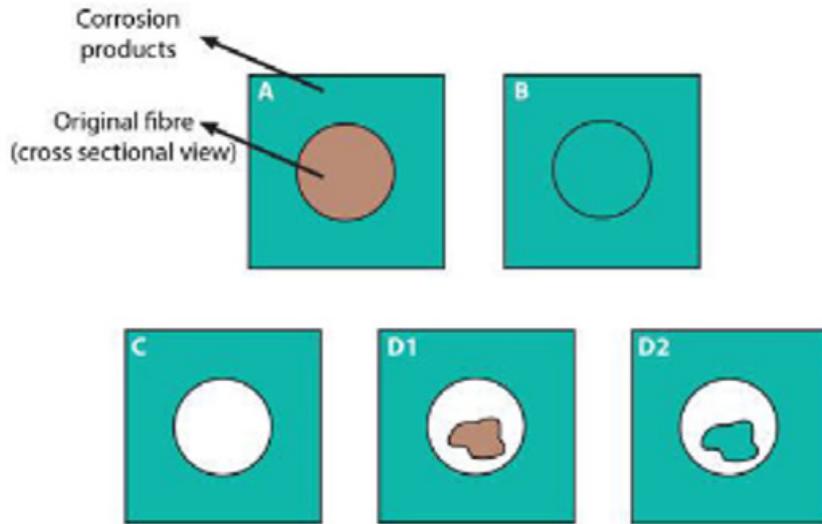
## La corrosion : une étude d'objet

### Les restes organiques minéralisés : processus de formation

En effet, certains contextes micro-environnementaux favorisent la réalisation de processus physico-chimiques qui empêchent la destruction totale des restes organiques, telle que la minéralisation. Il s'agit d'un des principaux processus taphonomiques qui conduisent à la préservation exceptionnelle des restes organiques et, notamment, textiles. Ce processus de diffusion de matière minérale et métallique à partir d'artefacts proches dans une matière organique, dont la dégradation est de surcroît ralentie grâce à ce phénomène, est encore assez mal connu malgré de récents travaux, toujours en cours, avec les chimistes de l'université de Paris Saclay (Li, 2019)<sup>2</sup>. La caractérisation de ces matériaux est donc complexe (seule une forme subsiste, sans plus aucune nature organique : une fibre composée de matière minérale) mais leur analyse approfondie et, notamment, visuelle (macroscopique comme

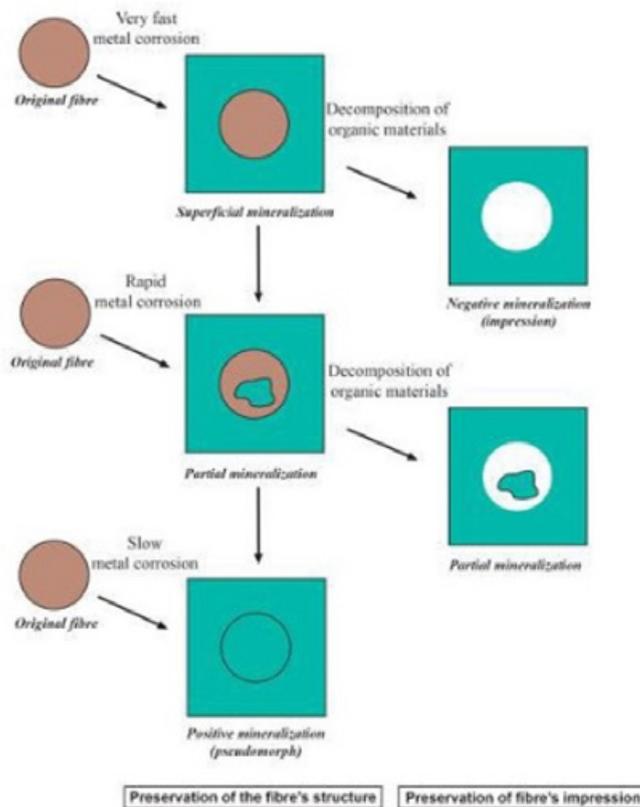
<sup>2</sup> Voir le projet ETAM ++ : *Etude physico-chimique de textiles archéologiques exceptionnellement préservés sous forme minéralisée*, laboratoire IPANEMA, université Versailles-Saint Quentin.

microscopique) peut fournir des informations archéologiques uniques dans lesquelles réside l'enjeu de la conservation de ces restes (fig. 13).



**Figure 13** Le processus de formation des restes organiques minéralisés, d'après Li et al., 2019, p. 56. © Li et al.

Selon les situations d'enfouissement et, donc, selon les processus de corrosion des matières métalliques associées, cette minéralisation pourra prendre plusieurs formes : superficielle, négative, positive ou partielle (Li, 2019; fig. 14). Ainsi, une corrosion rapide permettra une bonne conservation des restes organiques qui n'auront pas le temps de se dégrader.



**Figure 14** Les différentes formes de minéralisations, d'après Li et al., 2019, p. 62. © Li et al.

Minéralisation superficielle	Les produits de corrosion entourent les fibres, préservant leur morphologie physique et leur intégrité chimique
Minéralisation positive	Pseudomorphisme = substitution complète des composés chimiques des fibres par les produits de corrosion. Dans ce cas, seules les caractéristiques morphologiques des fibres sont préservées.
Minéralisation négative	Dégradation totale des fibres; lecture de l’empreinte des fibres dans la matrice de base minérale. L’empreinte peut avoir été faite à partir de la morphologie externe des fibres ou des fibres dégradées.
Minéralisation partielle	Substitution totale ou partielle des composés chimiques organiques par les produits de corrosion.

### Les restes organiques minéralisés : enjeu

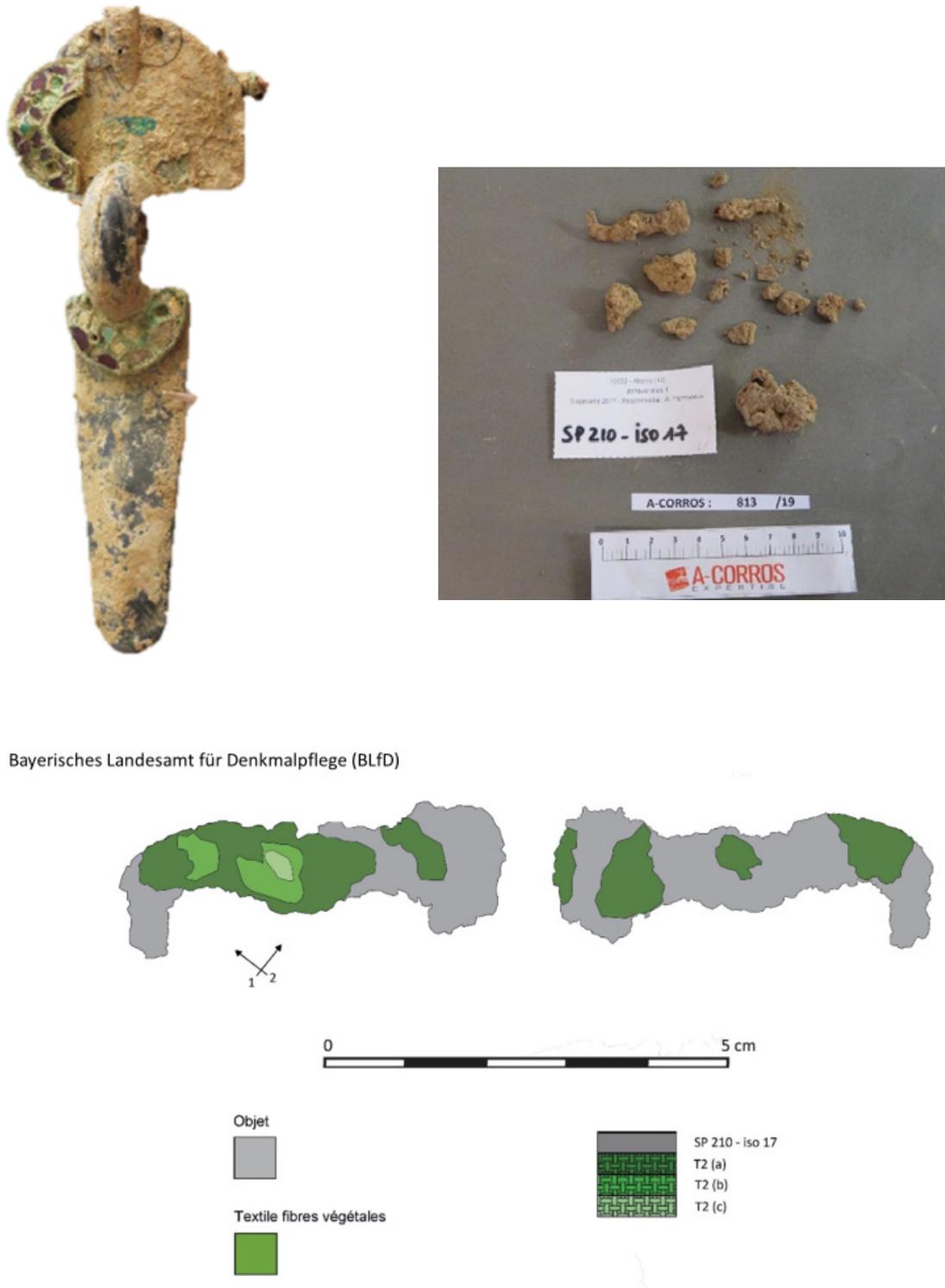
La minéralisation permet en effet la conservation, en position originale sur l’objet, de la mémoire de matériaux présents au moment de l’abandon et aujourd’hui disparus, mais aussi d’une mémoire des dispositions et des gestes, notamment en contexte funéraire. Avec une attention particulière et à partir de fragments de très petite taille (inférieurs parfois au millimètre), on peut obtenir de nombreuses informations dont la précision sera proportionnelle à la documentation préexistante. Si on peut aller jusqu’à une caractérisation des tissus et des fibres, il s’agit en effet de données essentiellement relatives. On peut ainsi, par comparaison entre plusieurs études d’une même sépulture, avoir une idée de l’habillement d’un défunt et des éventuelles superpositions ou, entre sépultures, avoir un aperçu des tendances vestimentaires, des productions matérielles ou des techniques décoratives d’un ensemble de population à une époque précise (Bizot, Signoli, 2009). Croisées avec les données du mobilier et des ossements, ces informations peuvent aussi confirmer des éléments de provenance ou de datation. Pour cela, il est important de suivre un protocole cartographique et descriptif normé et d’aller vers la construction de corpus, voire vers la création d’une base de données.

### Les restes organiques minéralisés : protocole

Dès la fouille, il est donc important de limiter la perte de matière et donc d’information en conservant au maximum le sédiment autour des objets. Un équilibre sera ensuite à trouver par le conservateur-restaurateur entre le retrait des sédiments non significatifs et la conservation des empreintes fossiles des restes organiques dans la corrosion résiduelle, à la manière d’une micro-fouille archéologique qui chercherait une unité stratigraphique puis la suivrait pour la décrire et la documenter. À ce moment-là, lorsque les restes organiques sont repérés, une campagne photographique permet un premier enregistrement de leur localisation, qui donnera lieu à un traitement cartographique précis. Des prélèvements éventuels peuvent être faits, mais les quantités sont si restreintes que l’essentiel de l’étude doit pouvoir se concentrer sur l’observation et ne pas compter sur le renfort des analyses. La documentation des restes organiques minéralisés est aujourd’hui basée sur un système standardisé, mis en place par le laboratoire de conservation-restauration archéologique du Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege (BLfD)<sup>3</sup> : il s’agit d’une cartographie des objets en DAO où les différents

<sup>3</sup> « Administration centrale pour la conservation du patrimoine bavarois ». Voir : Nowak-Böck, Von Looz, 2013 ; Nowack-Böck, Voß, 2016. Les fichiers sont téléchargeables en libre accès sur le site internet du BLFD (<http://www.blfd.bayern.de/bodendenkmalpflege/service/>), qui fournit également la notice pour l’installation des scripts (<http://www.blfd.bayern.de/medien/kartierungssystemorganik-erlaeuterung.pdf>). Aujourd’hui en allemand, l’équivalent en anglais est en cours d’élaboration. À voir aussi : Proust, 2006 et Huyseune, 2019).

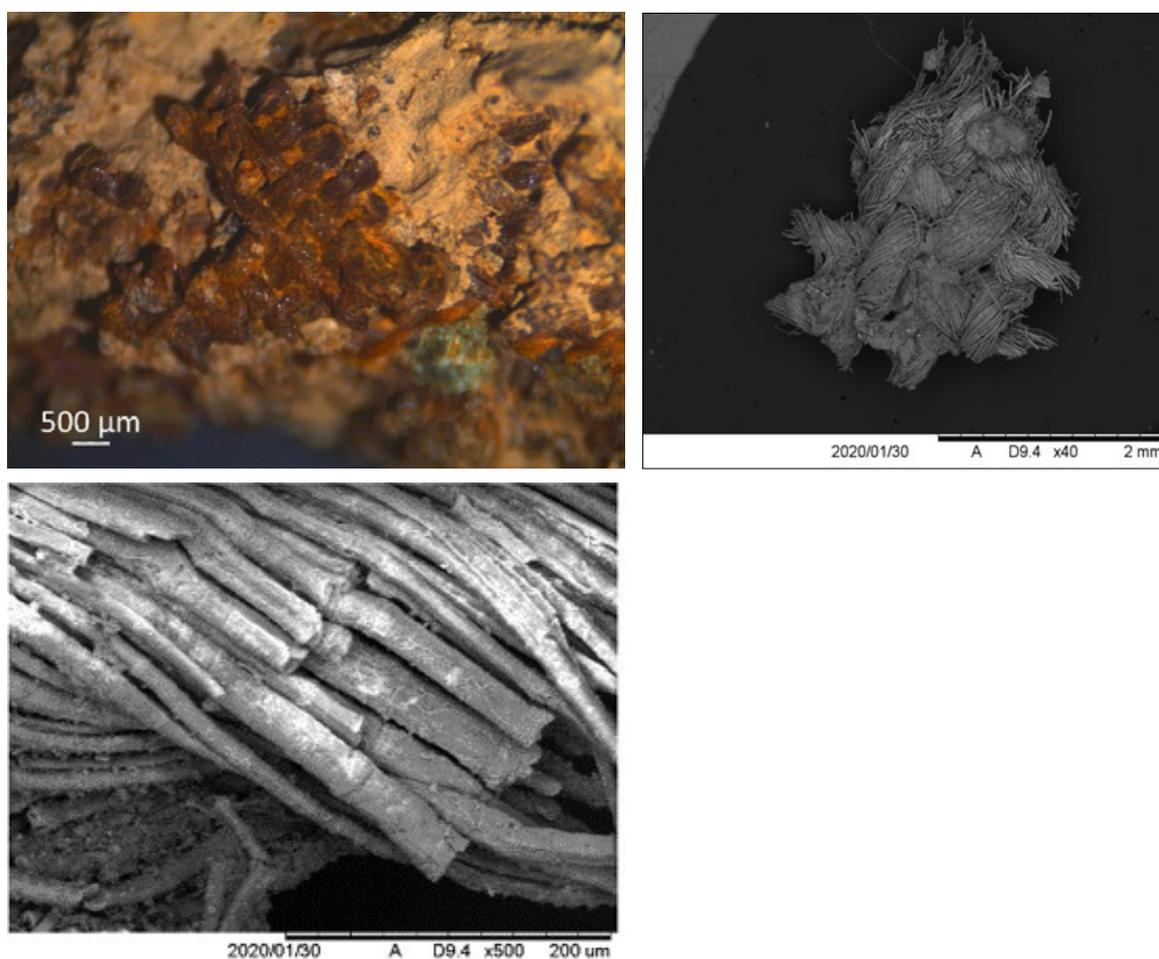
matériaux organiques sont représentés par une gamme de couleurs prédéfinies en fonction de la nature des restes (fig. 15).



**Figure 15** Exemple d'étude de restes textiles minéralisés sur un ressort de fibule mérovingienne (SP210-17, Jonquerolles, fouille INRAP 2017), cartographie des restes. © E. Desplanques.

### Les restes organiques minéralisés : conserver la corrosion pour les trouver

Par conséquent, le repérage et la préservation de ces restes doivent se faire dès la fouille et tout au long des opérations de conservation-restauration, ainsi que nous avons eu la possibilité de le faire pour une collection d'accessoires issue d'une nécropole mérovingienne du sud de la France. En travaillant ensemble, l'archéologue formée à l'étude textile et la conservatrice-restauratrice formée au repérage des restes organiques dans la corrosion, nous avons pu alterner observation et dégagement pour tenter d'en préserver un maximum. La formation de ce tandem a permis un travail d'étude compatible avec les exigences de la restauration de ces objets, sans compromettre ni les analyses métallographiques, ni la stabilisation, ni les restes organiques, observés et/ou prélevés avant tout ajout de produit chimique ou avant toute opération de nettoyage (fig. 16). Dans le cas de cette nécropole, notre chance fut que les plus beaux objets aient été sortis par hasard lors des opérations de diagnostic, permettant ainsi une anticipation importante des besoins et, donc, une adaptation des budgets en conséquence.



**Figure 16** Exemple d'étude de restes textiles minéralisés sur un ressort de fibule mérovingienne (Jonquerolles, fouille INRAP 2019), vues microscope optique et MEB. © A-CORROS.

## Gérer la corrosion : que faire ?

### Une temporalité administrative complexe et des pratiques inadaptées

Certes difficile à anticiper avant la découverte des objets, et donc au moment de la réponse aux appels d'offre pour les opérateurs d'archéologie préventive, il est en revanche fréquent que ce repérage des restes organiques minéralisés soit effectué après établissement des devis et, donc, bien après la fouille, voire après un premier nettoyage. Cette pratique inadaptée diminue les possibilités de documentation des restes organiques – qui plus est, quand le budget dédié à ces études est restreint, car non prévu au départ.

Par conséquent, les objets archéologiques en métal pâtissent du fonctionnement actuel de l'archéologie préventive et sont encore une fois trop souvent tributaires de délais très serrés : pour permettre une identification rapide des formes, des décors ou des alliages, des dégradations sont parfois faites involontairement dans les couches de produits de corrosion; des nettoyages sont parfois trop poussés; ou les objets peuvent être laissés à sécher ou soumis à des chocs et perdre une bonne partie de leurs surfaces, arrachées au sein de la gangue ou des écailles (**fig. 17**).



**Figure 17** : exemple d'objet en fer pris en charge deux ans après la fouille et après un séchage rapide et non contrôlé.  
© A-CORROS.

Le traumatisme subi par les vestiges à la sortie de fouille accompagné de certaines pratiques rapides et/ou abusives, voire tout simplement accidentelles, en tout cas inadaptées, du nettoyage au stockage, ont un impact direct sur les produits de corrosion qui peuvent être perdus ou modifiés, impliquant la perte consécutive de possibles informations associées.

Parfois, cependant, ces couches sont bien conservées. Mais la demande commerciale consiste pour autant en un retrait pour nettoyage ou pour stabilisation et, souvent, aucune étude, ni budget associé, ne sont prévus, malgré un contexte de découverte pourtant prometteur.

### Dans le doute, on garde tout ?

Il arrive en effet que les objets arrivent bruts de fouille, ce qui n'est pas forcément ni plus simple ni plus pertinent, bien que légitime. On le constate dans les formations que nous donnons régulièrement aux archéologues, par exemple (collaboration A-CORROS, Arc'Antique-INRAP) : depuis que nous avons alerté sur l'intérêt de préserver les couches de corrosion, il est fréquent qu'aucune étude ni nettoyage ne soient prévus dans les demandes de

devis qui nous parviennent. De plus, nous sommes conscients que cela convient à la fois aux exigences déontologiques (permettre des études ultérieures tel que démontré plus haut) et budgétaires (intervention réduite), mais ces demandes sont parfois bien trop prudentes ou minimalistes au regard des besoins réels des objets et de leur potentiel. Et cette prudence n'est pas toujours recommandée.

*Ne rien faire, c'est prendre le risque de perdre des informations et de tirer des conclusions incomplètes sur une collection*

Si ce point de vue peut enrichir les dossiers de reprises de restauration à l'avenir et permettre de nouvelles futures découvertes, c'est toutefois dommage pour la recherche en cours. Des restes organiques minéralisés non étudiés peuvent être un jour fragmentés ou abrasés et, même s'ils sont simplement vernis « pour plus tard », avec une intention légitime louable, les fibres sont irrémédiablement endommagées et la perte d'information demeure conséquente, même si on peut encore voir des choses (fig. 18). Il faut donc nuancer le « c'est mieux que rien ».



**Figure 18** Fragments abrasés d'un umbo en fer (musée d'Enserune) ayant connu une ancienne restauration; traces de fraise, éléments techniques illisibles (torsion, diamètre des fils) mais conservation de la lecture de l'armure et de la disposition du fragment. © A-CORROS.

*Ne rien faire, c'est déléguer au conservateur-restaurateur la responsabilité de la sélection des objets pour des raisons matérielles dénuées de lien avec l'intérêt historique et scientifique des objets*

Il arrive que l'on nous demande d'établir des devis pour des objets peu identifiables, des concrétions dans lesquelles la présence d'objets n'est pas avérée ou peu claire, ou pour des objets dont l'état de conservation est impossible à déterminer. Dans ce cas, une simple radiographie peut parfois suffire à mettre en évidence l'inconnu et à accorder exigences budgétaires, délais, déontologie et conservation. Car le doute est en réalité l'ennemi du chiffrage : on peut prévoir large pour ne pas prendre de risque et cet argent ne servira pas à un traitement pertinent ultérieur. Si on considère les couches de corrosion comme de réelles unités stratigraphiques, alors la décision de leur dégagement et de leur étude ne revient-elle pas au responsable d'opération ?

*Ne rien faire, c'est oublier ou ne pas savoir que dans la corrosion, il y a des agents catalyseurs qui continuent à dégrader l'objet et des contraintes mécaniques qui limitent les traitements*

La conserver n'est pas forcément un gage de protection. En effet, la recherche en archéométaballurgie et en conservation a depuis longtemps démontré la localisation, stratigraphique toujours, de ces produits de corrosion à extraire : ces sels ou chlorures sont majoritairement situés sous la surface d'origine qu'ils contribuent ainsi à soulever en cas de prise de volume, le plus souvent du fait de variations climatiques brutales. Ils sont donc bien enfouis sous la surface et, naturellement, sous les autres produits de corrosion externes qui recouvrent cette dernière. Les procédés de stabilisation, qui impliquent notamment des bains et donc une circulation de liquide, exigent une certaine accessibilité entre les strates. Dans le cas de couches trop épaisses ou peu poreuses, il peut arriver que cette stabilisation soit incomplète ou inefficace. Et il faut alors reprendre ces stabilisations plus tard, parfois moins de dix ans après, ce qui est très coûteux.

Au contraire, un nettoyage préalable, si possible jusqu'à la surface d'origine, a montré une meilleure efficacité de la stabilisation. Celle-ci ne devrait donc pas être aussi systématique ou toujours consécutive à une étude et à un nettoyage préalable, ce qui n'est pas toujours compatible avec les exigences législatives requises par les opérateurs. Il semble y avoir là une méconnaissance pratique refusant par principe l'utilisation du terme de « restauration » au profit d'une nécessaire « stabilisation », parfois non pertinente ou trop anticipée. De plus, c'est aussi parfois pendant les étapes d'étude ou de nettoyage, trop souvent jugées facultatives, que l'on se rend compte du fait que, parfois, aucune stabilisation ne sera finalement nécessaire.

*Ne rien faire, c'est prendre le risque d'une absence de suivi*

L'exemple des prélèvements en motte est significatif à ce sujet. L'intention est toujours bonne mais encore faut-il que la motte soit bien préparée (remettre de la terre n'est pas une motte) et qu'elle soit prise en charge rapidement, sinon elle sèche. L'important réside dans sa conservation, si elle n'est pas traitée tout de suite. Les risques sont une perte d'intérêt et

le temps qui a été consacré à la réaliser est gâché<sup>4</sup>. Dans l'attente de budget pour la stabilisation ou la restauration, il faut donc plutôt s'assurer que les conditions de conservation préventive soient adaptées au risque : sinon, on risque de voir l'objet disparaître à plus ou moins long terme (**fig. 19**).



**Figure 19** Aperçu d'une motte qui a évolué entre la fouille et l'arrivée au laboratoire, ainsi que les éléments de cette motte après restauration.  
© INRAP / A-CORROS.

<sup>4</sup> À ce sujet des formations sont régulièrement dispensées par des conservateurs-restaurateurs à destination des archéologues (voir avec les organismes de formation).

### *Agir partiellement n'est pas non plus la solution idéale*

Il arrive que les objets aient été traités par fenêtres ou par bandes selon le fameux « nettoyage pour étude ». Mais ce choix peut s'avérer en réalité également nocif pour la conservation, car, entre les zones nettoyées et celles encore enfouies sous les strates de corrosion, s'observe une différence de dégradation majeure (fig. 20). Cette pratique est aujourd'hui à questionner sérieusement.



**Figure 20** Aperçu d'un objet partiellement nettoyé présentant des reprises de corrosion différentielles.  
© A-CORROS.

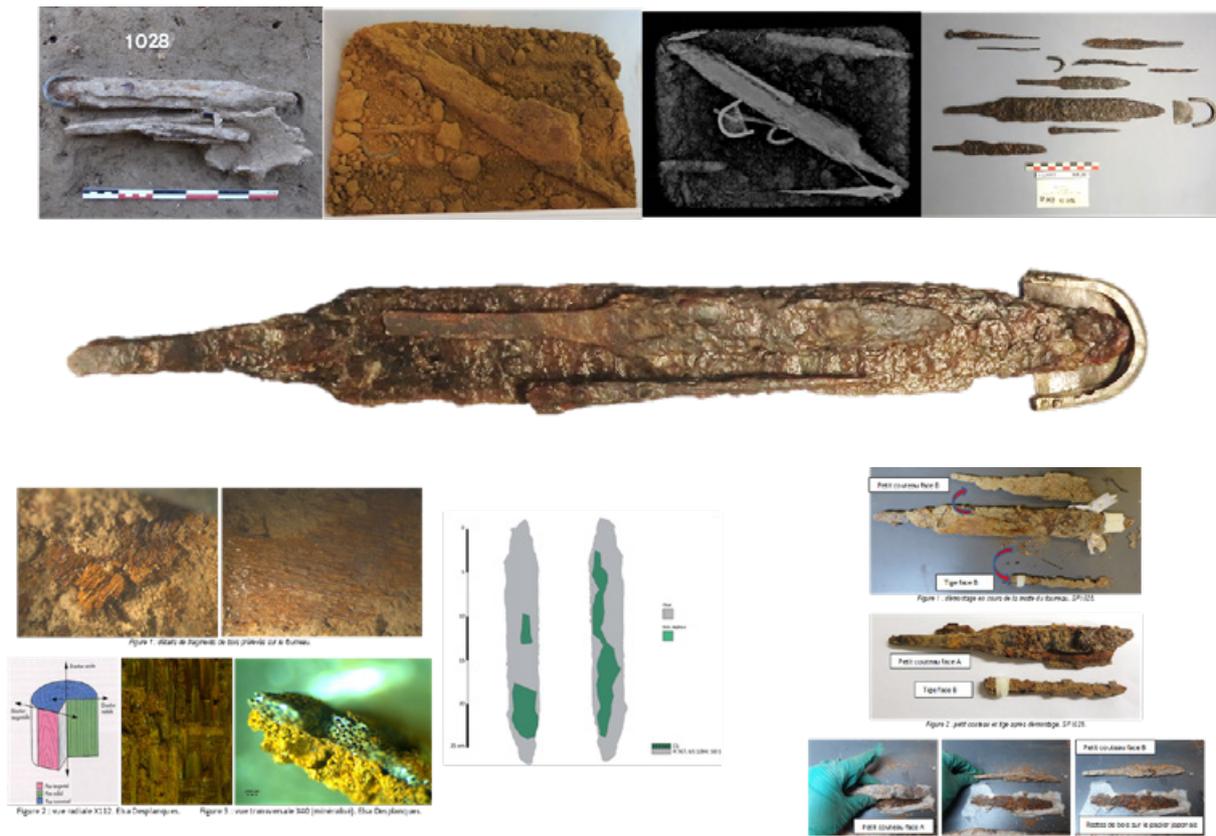
### **Comment sortir de l'impasse?**

Alors, que faire? Cette communication avait pour objectif de montrer des situations contraires afin de réfléchir ensemble aux processus de décisions à envisager en amont. Ce que nous constatons aujourd'hui, et le contenu de ce colloque l'a prouvé à plusieurs reprises, c'est le potentiel informatif immense recélé par l'environnement direct de l'objet archéologique et par sa prise en charge rapide, en collaboration avec des conservateurs-restaurateurs. En ce sens, nous avons été heureuses de nous apercevoir que la situation s'améliore, que les points de blocage se lèvent et que nos conseils sont entendus. Malgré certains des écueils présentés ici, nous reconnaissons avoir pu étudier des objets en détail et en obtenir un grand nombre d'informations, car, le plus souvent, il n'est heureusement pas trop tard. Cependant, nous avons aussi souhaité montrer que la prudence extrême ou le repli vers une délégation des décisions aux conservateurs-restaurateurs n'étaient pas non plus des solutions idéales pour la préservation des couches de corrosion et des informations qu'elles renferment. Pour éviter l'impasse entre action excessive et inaction contraignante, il faut réfléchir ensemble pour adapter chaque décision à chaque cas, et surtout, pour anticiper au maximum les demandes, si possible même en amont des fouilles (fig. 21).



**Figure 21** Intégration des études et des prélèvements dans la chaîne d'étude et de conservation en lien avec le cycle de la corrosion du métal, d'après Charrié-Duhaut A., 2020, p. 6. © A. Charrié-Duhaut

Les études de restes organiques minéralisés présentées ici, ainsi que celles présentées tout au long de ce colloque, montrent par exemple que, dans le cas de fouilles de sépultures, la présence d'une ligne budgétaire incluant l'intervention, même minimale, d'un spécialiste de la question, archéologue et/ou conservateur-restaurateur, ne peut être une option. Si les anthropologues sont requis de façon systématique dans les équipes, et leurs actions désormais intégrées au montage financier des réponses des opérateurs d'archéologie préventive aux marchés d'opérations archéologiques, de la même façon, les spécialistes de la conservation ne peuvent à notre sens en être dorénavant exclus (fig. 22).



**Figure 22** Restitution après étude et restauration des éléments d'un kit de couteaux mérovingiens, malgré des accidents de prélèvement et de suivi. © A-CORROS.

En l'absence pour l'instant de ces adaptations, aux dimensions principalement administratives, il s'agirait donc de limiter les pertes en réfléchissant à des protocoles permettant l'intervention facilitée, sur la fouille ou même ultérieurement, au moment de l'étude, des spécialistes de la corrosion et des restes organiques. Plusieurs protocoles de prise en charge et de description, ainsi que de localisation des restes organiques ont été présentés lors de ce colloque. Nous renvoyons ainsi le lecteur vers ces différents travaux et, notamment, vers les fiches présentées par Wendy Bougraud.

Enfin, si la perte est inévitable (étude pressée, dégradation importante en cours, etc.), nous insistons sur la qualité et la précision de la documentation à chaque étape de la prise en charge des objets (fig. 22, 23 et 24).

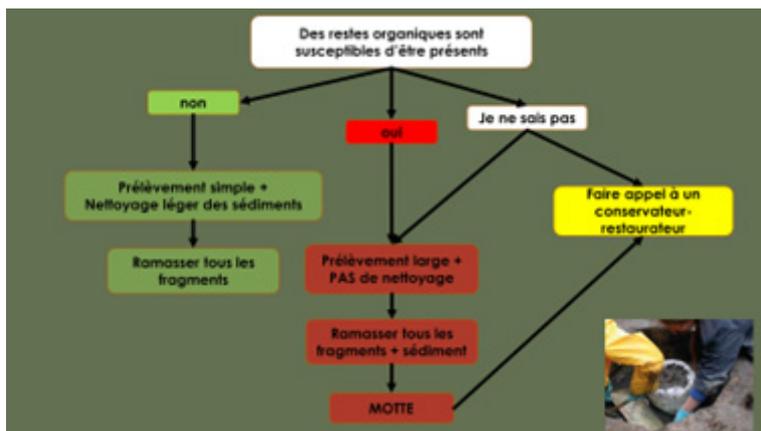


Figure 23 Exemple d'arbres de décisions simples fournis pendant les formations destinées aux archéologues.  
© A-CORROS, Arc Antique, INRAP.

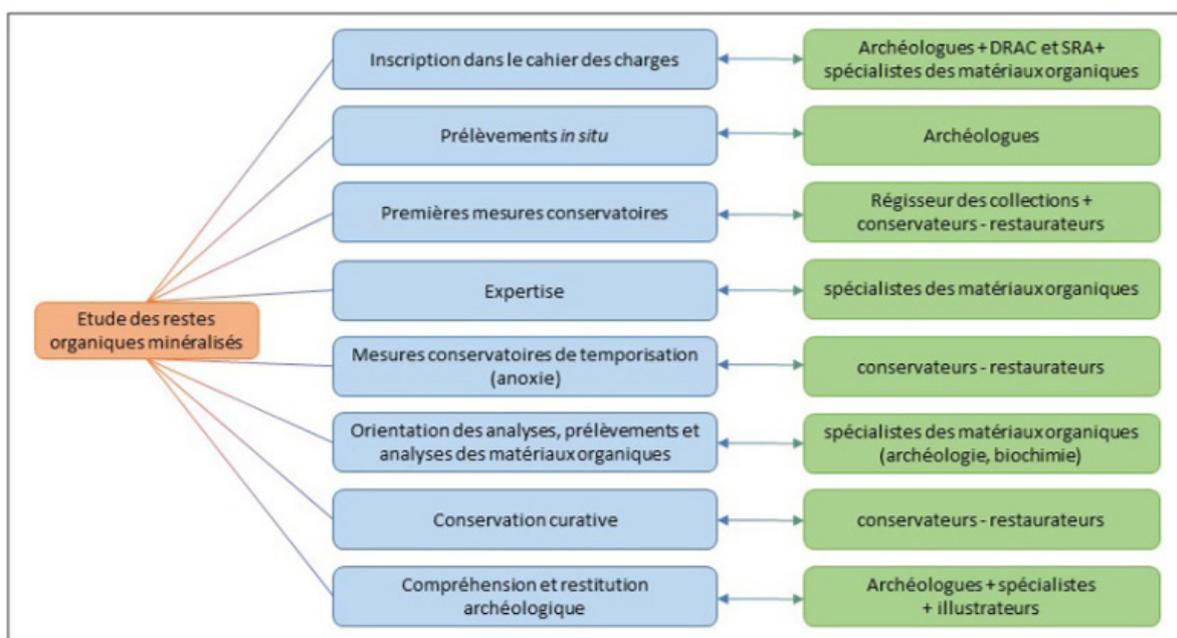


Figure 24 Chaîne opératoire proposée pour l'étude des restes organiques minéralisés d'après Charrié-Duhaut A., 2020, p. 8. © A. Charrié-Duhaut.

## Conclusion

Il semble donc y avoir un vide conceptuel entre deux approches pourtant tout autant stratigraphiques, l'une ayant inspiré l'autre : la fouille et le traitement des objets. L'objet sorti de son enfouissement adopte le statut de « bien archéologique mobilier » et la description de ses couches de corrosion semble revenir au conservateur-restaurateur ou au scientifique qui doit le stabiliser, le restaurer ou l'étudier. Toutefois, nous avons montré que l'ensemble de ces strates constituait une véritable unité stratigraphique à prendre en compte dès la fouille afin, d'une part, de faire des choix pertinents et d'éviter toute perte d'information et, d'autre part, de faire des opérations de nettoyage une vraie problématique archéologique. Il serait inacceptable que lors de la fouille d'une sépulture, par exemple, on décide arbitrairement de sacrifier une US au profit d'une autre : des critères objectifs doivent être envisagés. Et cela nous semble relever de la responsabilité des archéologues.

Par conséquent, il est important de comprendre la corrosion et cette organisation stratigraphique pour que les choix opérés par les archéologues lors de leurs demandes de devis soient des plus adaptés. Archéologues et conservateurs-restaurateurs doivent pouvoir parler la même langue. Des nuances et des précisions sont donc à apporter en termes de vocabulaire : si on doit dire « micro-fouille, étude et nettoyage » pour toute intervention préalable à la stabilisation impliquant une prise en compte des produits de corrosion, que signifie alors encore aujourd'hui la restauration d'un objet archéologique métallique? Est ce qu'il n'y a pas ici dans ces jeux de mots l'aveu d'un besoin de redéfinir la place du métier de conservateur-restaurateur au sein de la discipline archéologique?

Car, s'il existe fort heureusement de beaux projets, comme le montre une partie des présentations de ce colloque, d'autres communications montrent aussi que la gestion du quotidien de fouilles rapides pâtit encore d'incompréhensions que les contextes financiers et administratifs ne peuvent suffire à expliquer. Il est nécessaire de repenser plutôt les structures de décision et la place du conservateur-restaurateur bien en amont des découvertes.

Les archéologues, comme la plupart des participants de ce colloque, ne doutent heureusement plus de l'intérêt des études de la corrosion – on l'a vu avec les bracelets de l'âge du Bronze et, à nouveau, avec les découvertes de Bobigny (Nordez *et al.*, 2023; Kaurin *et al.*, 2023, dans ce volume). Mais ils sont, et les conservateurs-restaurateurs le sont tout autant, confrontés à des blocages administratifs et financiers vers lesquels doivent désormais se tourner notre lutte et notre argumentaire. La corrosion, comme unité stratigraphique porteuse de sens, objet d'étude ou creuset de connaissances, commence à être considérée. Reste toutefois à y associer une vision transversale et collective qui pourrait passer à la fois par un partage de ces données, afin d'en amplifier la valeur au niveau statistique, et aussi par une vision non plus spatiale et analytique mais chronologique : ce qu'on voit, décrit ou restaure, évolue et cette conservation palliative semble être un nouvel axe sur lequel réfléchir, tout en ayant conscience que cette temporalité dépasse par définition le calendrier budgétaire et politique. Il s'agit d'un chantier d'envergure que nous souhaiterions construire main dans la main avec les archéologues.

## 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, 419 p.
- Bertholon R.** (2002), « Proposition d'une méthode de description de la corrosion adaptée aux objets métalliques archéologiques : schéma général de la méthode », dans ARAAFU (éd.), *La conservation-restauration en archéologie : urgences : problématiques et applications; actualité*, actes des XVII<sup>es</sup> Journées des restaurateurs en archéologie, IRRAP, Compiègne, 26-27 septembre 2001, Paris, ARAAFU, (coll. CRBC-Cahiers Techniques, 9), p. 56-65.
- Bizot B., Signoli M.** (éd.) (2009), *Rencontres autour des sépultures habillées*, actes des journées d'étude organisées par le Groupement d'anthropologie et d'archéologie funéraire et le SRA de Provence-Alpes-Côte d'Azur (Carry-le-Rouet (Bouches-du-Rhône), 13-14 décembre 2008, Gap, Téléché, GAAF, 146 p.
- Charrié-Duhaut A., Médard F., Proust C., Barrand-Emam H.** (2020), « Les restes organiques minéralisés : un nouveau champ d'investigation en contexte funéraire. Exemple de la nécropole mérovingienne de Merxheim “ Obere Reben ” (Haut-Rhin) », dans Carpentier, C., Arbogast, R.-M., Kuchler, P., *Bioarchéologie : minimums méthodologiques, référentiels communs et nouvelles approches*, actes du 4<sup>e</sup> séminaire scientifique et technique de l'INRAP, (Sélestat, 28-29 nov. 2019), Paris, INRAP, 15 p.
- Degrigny C., Gaspoz C.** (2020), « MiCorr : un outil d'aide au diagnostic et de partage de savoir sur les métaux archéologiques », dans *D'hier à demain*, actes des XXXI<sup>es</sup> Journées des restaurateurs en archéologie (LAM, Nancy, 12-13 octobre 2017), Paris, ARAAFU (coll. Cahiers Techniques, 26), p. 115-122.
- 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 Delhi, India, 26-30 septembre 2016), New Delhi, ICOM-CC & IGNC, p. 220-227. Disponible sur : [\(PDF\) The MIFAC-Metal Online project : developing a Decision Support System for locally invasive diagnosis of heritage metals \(researchgate.net\)](#)
- Desplanques E.** (2020), *L'usage des textiles dans les pratiques funéraires : le cas des incinérations en urne métallique en Europe au I<sup>er</sup> millénaire av. J.-C.*, thèse de doctorat, Sorbonne Université, sous la direction de N. Ginoux, et de A. Marangou-Lerat.
- Huysseune H.** (2019) : « Conservation-restauration d'un ensemble archéologique prélevé en motte : une sépulture d'enfant du haut Moyen Âge (VII<sup>e</sup> siècle, Langenpreising, Bavière) », dans *Retours d'expérience et actualité*, actes des XXIX<sup>es</sup> Journées des restaurateurs en archéologie (Arc'Antique, Nantes, 15-16 octobre 2015), Paris, ARAAFU (coll. CRBC-Cahiers techniques, 23), p. 26-41.
- Kaurin J., Marion S., Chevallier R.**, (2023), « La nécropole gauloise de Bobigny « Hôpital Avicenne » : 20 ans de collaboration entre archéologues et conservateurs-restaurateurs », dans *Archéologues et conservateurs-restaurateurs : pour un tandem réussi*, actes des XIV<sup>es</sup> Journées de l'ANACT, organisées par le Service archéologique de Bordeaux métropole, (Bordeaux, 13-14 octobre 2022), Paris, ARAAFU (coll. CRBC-Cahiers techniques, 28), dans ce volume.
- Li J.** (2019), *Développements méthodologiques en imagerie et nouvelle appréhension physico-chimique de textiles archéologiques en lin de l'Orient ancien (3<sup>e</sup> et 2<sup>e</sup> av. J.-C.)*, thèse de doctorat, université Versailles Saint Quentin, présentée et soutenue au laboratoire IPANEMA, sous la direction de Loïc Bertrand, 336 p.

- Li J., Guériau P., Bellato M., King A., Robbiola L., Thoury M., Baillon M., Fossé C., Cohen S.X., Moulhérat C., Thomas A., Galtier P., Bertrand L.** (2019): « Synchrotron-based phase mapping in corroded metals : insights from early copper-base artifacts », *Analytical Chemistry*, Vol. 91, N° 3, p. 1815-1825.
- Nordez M., Lemoine S., Echinard J.**, (2023), « Les dépôts de parures de l'âge du Bronze moyen de Prat (Côtes-d'Armor) : du terrain au laboratoire », dans *Archéologues et conservateurs-restaurateurs : pour un tandem réussi*, actes des XIV<sup>es</sup> Journées de l'ANACT, organisées par le Service archéologique de Bordeaux métropole (Bordeaux, 13-14 octobre 2022), Paris, ARAAFU (coll. CRBC-Cahiers techniques, 28), dans ce volume.
- Nowak-Böck B., Von Looz G.** (2013), « Methodik der Bearbeitung von organischen Resten an Metallfunden », dans Haas-Gebhard B. und Fehr H. (dir.), *Unterhaching – Eine Grabgruppe um 500 bei München*, Abhandlungen und Bestandskatalog Archäologischer Staatsammlung München 1, München, Archäologische Staatsammlung München, p. 156-185.
- Nowak-Böck B., Voß H.** (2015), « Standardised mapping system for the digital documentation of organic materials on metal finds and in-situ-blocs », *Archaeological textiles review*, N° 57, p. 60-69.
- Proust C.** (2006), *Méthodologie d'étude des restes organiques minéralisés. Application sur le mobilier funéraire en fer d'une tombe du haut Moyen Âge, Nécropole de Bruckmühl, Allemagne*, mémoire de master Conservation-restauration des biens culturels, université Paris I Panthéon – Sorbonne.

## Les auteurs

**Marine Crouzet** Conservatrice-restauratrice d'objets archéologiques, A-CORROS, 17 chemin de Séverin, 13200 Arles, [mcrouzet@a-corros.fr](mailto:mcrouzet@a-corros.fr)

**Elsa Desplanques** Docteure en archéologie, Sorbonne université, [elsasophie.desplanques@gmail.com](mailto:elsasophie.desplanques@gmail.com)

# LA CONSERVATION-RESTAURATION AU SEIN DU SERVICE D'ARCHÉOLOGIE NICE CÔTE D'AZUR (SANCA) : RETOURS ET PERSPECTIVES CROISÉES SUR UNE EXPÉRIENCE DE DEUX ANNÉES

MAGALI ASQUIER-DUPONT, FABIEN BLANC-GARIDEL

**Résumé** Depuis la création en 2009 du service d'Archéologie de la Ville de Nice puis de la Métropole Nice Côte d'Azur (SANCA) en 2015, les enjeux en termes de conservation-restauration sont nombreux, aussi bien depuis le terrain que jusqu'à la remise du rapport d'opération.

Après avoir présenté la situation et les spécificités du SANCA, la conservatrice-restauratrice, ayant intégré la structure en janvier 2021, et le chef de service font un retour d'expérience sur l'apport de ce poste clef au sein d'un service d'archéologie, à travers l'accompagnement des archéologues, de la préparation des chantiers jusqu'à la post-fouille et au versement du mobilier au CCE.

**Mots clés** service d'Archéologie Nice Côte d'Azur, conservation-restauration, CCE, accompagnement, traitement d'urgence, retour d'expérience, perspectives.

## Situation du SANCA entre 2009 et 2021

La création d'un service archéologique de collectivité se fait souvent par tâtonnements, par opportunisme et, bien naturellement, pour répondre aux besoins de documentation du patrimoine archéologique en conséquence de l'aménagement du territoire. Celui de Nice, créé en 2009, est consécutif à la réalisation de la ligne 1 du tramway, qui a entraîné à la fois la mise au jour d'importants vestiges médiévaux et modernes, avec la création d'une crypte dédiée (2000 m<sup>2</sup>), mais aussi de l'engouement de la population pour les découvertes archéologiques, dans une ville où le tourisme supplantait largement la conscience patrimoniale. Ces premières opérations ont en effet montré aux usagers que la ville de Nice n'était pas juste une destination balnéaire ou hivernale, mais bien une réserve archéologique qu'ils ne soupçonnaient pas. Parallèlement, les projets et perspectives de développement des infrastructures dans et autour de la ville ont conduit la municipalité à créer son propre service, dans le double but de conduire les opérations nécessaires à la préservation du patrimoine archéologique et d'enrichir, par la recherche, la connaissance de l'histoire matérielle d'une ville dont les formes passées avaient progressivement disparu.

Entre 2009 et 2015, le service s'est ainsi attaché à se structurer autour d'une équipe qui s'est peu à peu renforcée, avec des compétences lui permettant de gérer tous les diagnostics urbains depuis l'âge du Bronze jusqu'à nos jours. Mais le service s'est d'emblée distingué par la mise en place d'une opération programmée pluriannuelle, sur le site de l'ancienne cathédrale Sainte-Marie sur la Colline du Château; vaste fouille qui a réuni l'équipe du service

ainsi que de nombreux étudiants. Entre ce chantier et les diagnostics, les collections archéologiques se sont étoffées pour rapidement remplir les modestes locaux (450 m<sup>2</sup>) installés près du port de Nice. La gestion de ces biens archéologiques mobiliers était partagée entre les responsables d'opération et un logisticien. Autrement dit, la gestion avait surtout pour objectif de dresser les inventaires pour les rapports et de rationaliser le stockage du mobilier. La question de la conservation préventive et curative ne s'est posée que ponctuellement pour les besoins des études.

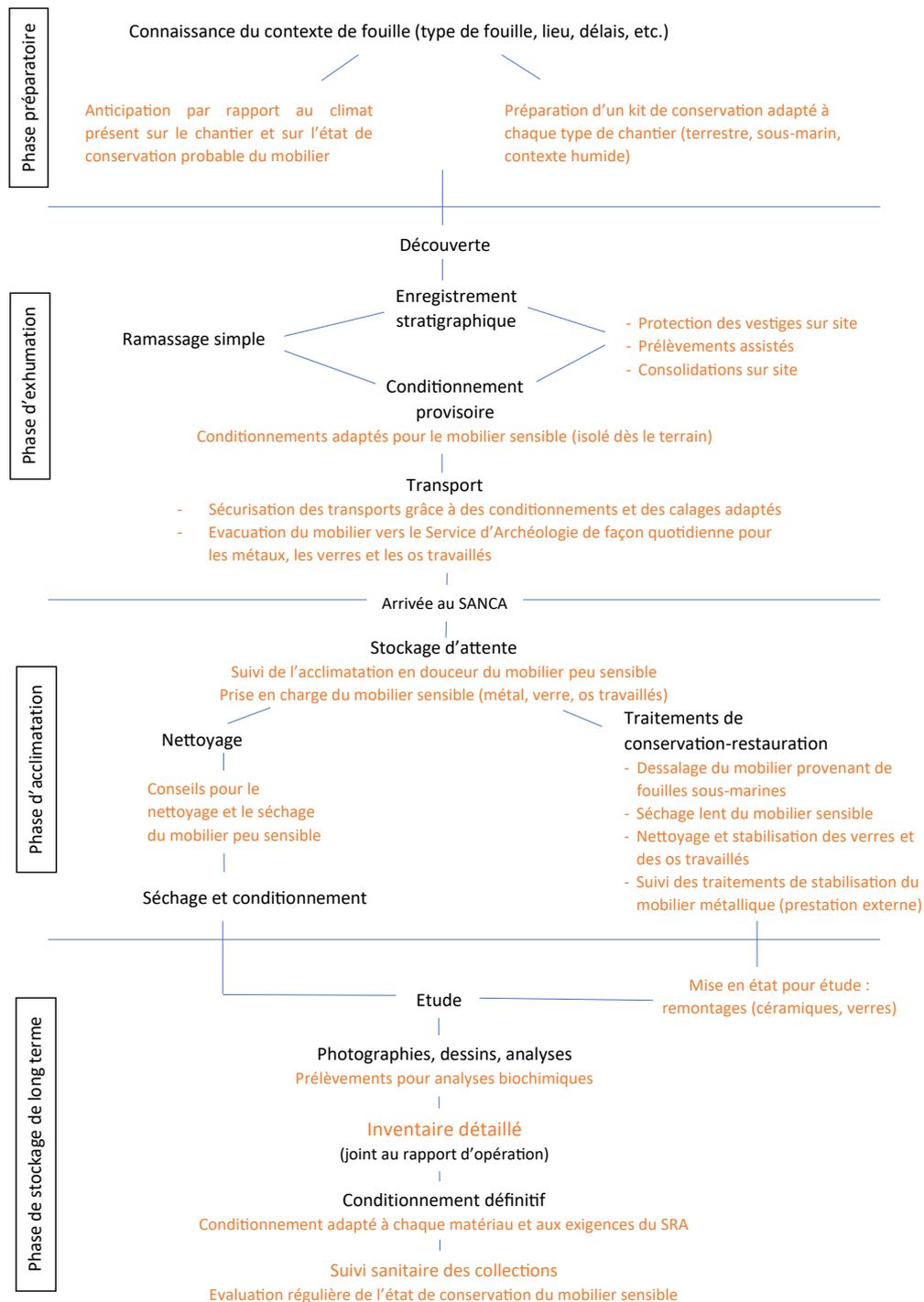
En 2015, à la faveur de la réalisation de la ligne 2 du tramway, dont la maîtrise d'ouvrage a été confiée à la Métropole Nice Côte d'Azur, le service est devenu métropolitain et mutualisé avec la Ville de Nice, lui permettant de faire les fouilles de ce vaste aménagement en régie. Ces dernières, lancées en 2016, allaient entraîner une augmentation sensible des collections du service. Le nouveau chef de service, Fabien Blanc-Garidel (mai 2016), s'est immédiatement préoccupé à la fois de la manière dont il faudrait gérer ce surplus, mais également de la prise en charge des collections, dans une perspective de conservation raisonnée. Cette réflexion découlait du constat que les conditions de prise en charge sur le terrain et dans les locaux n'étaient pas optimales et que plusieurs collections paraissaient en souffrance. C'est de la sorte qu'il a fait appel dès 2016 à Magali Asquier-Dupont (conservatrice-restauratrice indépendante) d'une part, pour restaurer une partie des collections céramiques et, d'autre part, pour faire un point sur la manière de mettre en place une chaîne opératoire plus vertueuse. Dès lors, une partie du budget annuel a été dégagée pour entamer un processus de restauration des collections les plus fragiles.

À la fin de l'année 2017, le service a ainsi déménagé dans des locaux plus vastes (2 000 m<sup>2</sup>) et adaptés à la réalité de l'activité archéologique du territoire. D'emblée, la question de la prise en charge et du traitement du mobilier a été au cœur de l'aménagement des locaux. L'intervention régulière de Magali Asquier-Dupont et ses échanges avec le chef de service ainsi qu'avec les membres de l'équipe ont permis de progressivement comprendre qu'il était bien plus intelligent et rationnel d'investir dans une meilleure conservation préventive afin de gérer au fur et à mesure les biens archéologiques mobiliers et éviter ainsi que les collections se dégradent et nécessitent ensuite des interventions curatives onéreuses. En janvier 2019, le service a signé une convention de création d'un Centre de conservation et d'étude (CCE) avec le service régional de l'Archéologie. Le départ à la retraite du logisticien à la fin de la même année, qui assumait la fonction de régisseur des collections, a permis au chef de service, en montrant les dépenses récurrentes liées à la conservation curative, d'établir une nouvelle fiche de poste avec la compétence de conservateur-restaurateur en plus de la régie des collections. C'est de cette manière que Magali Asquier-Dupont est entrée dans l'équipe, avec pour mission première d'accompagner dans leur quotidien les responsables d'opérations pour changer leurs pratiques, tout en garantissant une continuité opérationnelle sans entrave.

## **La conservation-restauration : une démarche globale de la fouille au CCE**

Lors de l'arrivée au SANCA en janvier 2021 de Magali Asquier-Dupont en tant que régisseuse des collections et conservatrice-restauratrice, les attentes étaient donc nombreuses, à la fois sur le terrain, en post-fouille et pour la gestion du Centre de conservation et d'étude (CCE). L'une de ses premières missions a été de concevoir une démarche globale dans laquelle chaque intervention s'intégrerait de façon logique et cohérente dans l'optique de la préservation du

mobilier archéologique. Pour cela, il était nécessaire d'étudier la « chaîne » archéologique vécue par le mobilier du SANCA à partir de son exhumation (Tankéré, 2012, p. 122). En effet, la variété des situations de fouille, des matériaux et de leurs états de conservation oblige à une réflexion spécifique en termes d'objectifs et d'organisation. Le « cursus » du mobilier du SANCA (Païn, 2015, p. 52) a donc été déterminé en indiquant toutes les phases où l'intervention d'un conservateur-restaurateur serait bénéfique (fig. 1).



**Figure 1** Démarche globale de la conservatrice-restauratrice au sein du cursus du mobilier du SANCA. © Magali Asquier-Dupont.

La première étape de cette démarche de conservation, qui conditionne toutes les autres, est l'analyse de la situation de fouille. En effet, il est important que le conservateur-restaurateur participe aux réunions préalables à chaque chantier afin de connaître le contexte dans lequel celui-ci va être réalisé : contexte « administratif » (diagnostic, fouille préventive, fouille programmée, fouille nécessitée par l'urgence absolue, etc.), contexte géographique (fouille en milieu terrestre, sous-marine), conditions d'accès, délais... D'une part, cela lui permet d'anticiper les facteurs de risques climatiques, physiques et/ou chimiques potentiellement en présence au moment de l'exhumation du mobilier. Les conditions de conservation ne sont évidemment pas les mêmes dans un sol argileux gelé, dans un sol sableux acide ou en milieu marin. D'autre part, cela permet la préparation d'un kit de conservation adapté à la fois aux mobiliers que les collègues archéologues sont susceptibles de récolter, mais aussi aux différentes situations de chantiers de fouille, selon les milieux d'enfouissement, les contraintes matérielles ou encore temporelles.

L'une des premières mesures préventives mise en place au SANCA en amont des fouilles a été par exemple la fourniture pour chaque chantier de boîtes hermétiques pour le mobilier sensible. Ainsi sur site, le mobilier en verre, en métal et en os travaillé est isolé dès sa découverte et pris en charge rapidement. Le verre et les objets en os sont isolés dans des boîtes hermétiques type Miflex®. Le métal est individualisé selon sa nature (alliages ferreux et cuivreux) et conditionné dans le même type de boîtes hermétiques en présence de sachets déshydratants disposés dans des sachets Minigrip® dont les bords ont préalablement été coupés (fig. 2). Le but est ici de permettre l'optimisation de la conservation du mobilier particulièrement fragile, tout en facilitant la tâche des archéologues sur le terrain.



**Figure 2** Boîte hermétique préparée en amont de la fouille pour la conservation du mobilier métallique.  
© Magali Asquier-Dupont.

À la suite de cette phase préparatoire, c'est la découverte des vestiges qui enclenche et qui détermine la démarche de conservation. La présence du conservateur-restaurateur sur site se manifeste au travers de plusieurs actions complémentaires : la protection des vestiges dès leur découverte, l'assistance lors de prélèvements complexes et la consolidation sur site du

mobilier particulièrement fragilisé. Au SANCA, des mesures protectrices ont par exemple été mises en place pour éviter le séchage des vestiges sur le site de la Colline du Château (dont la fouille programmée se déroule chaque année au mois de juillet) : des barnums et des couvertures de survie ont ainsi été installées sur les sépultures de façon systématique (**fig. 3**).



**Figure 3** Protection des vestiges en cours de fouille à l'aide d'une couverture de survie.  
© Magali Asquier-Dupont.

Le fait de disposer d'une conservatrice-restauratrice au sein de la structure archéologique permet à la fois une réponse rapide aux besoins des archéologues en termes de conservation des vestiges mais aussi une adaptabilité au contexte de fouille, au mobilier exhumé, etc. Cela a par exemple été le cas sur le site valléen d'altitude (env. 500 m) de Gordolon, dont la fouille s'est déroulée durant l'hiver 2022. La récupération et la protection sur site du mobilier ont dû être adaptées du fait des cycles de gel/dégel subis par les vestiges chaque nuit. Conjointement avec l'équipe sur place, il a donc été décidé de réenfouir partiellement les sépultures lorsque celles-ci n'avaient pas été fouillées intégralement dans la journée, afin d'éviter leur dégradation due au gel.

Dans le même esprit de conservation et d'optimisation de la fouille, la présence sur chantier de Magali Asquier-Dupont a permis la consolidation des parois d'un bassin hydraulique sur le site de la Colline du Château. Grâce à cette stabilisation, il a ensuite été possible aux archéologues de poursuivre la fouille du bassin en évitant son effondrement et de la documenter (**fig. 4**).



**Figure 4** Consolidation des parois d'un bassin hydraulique à l'aide de bandelettes d'intissé polyester.  
© SANCA.

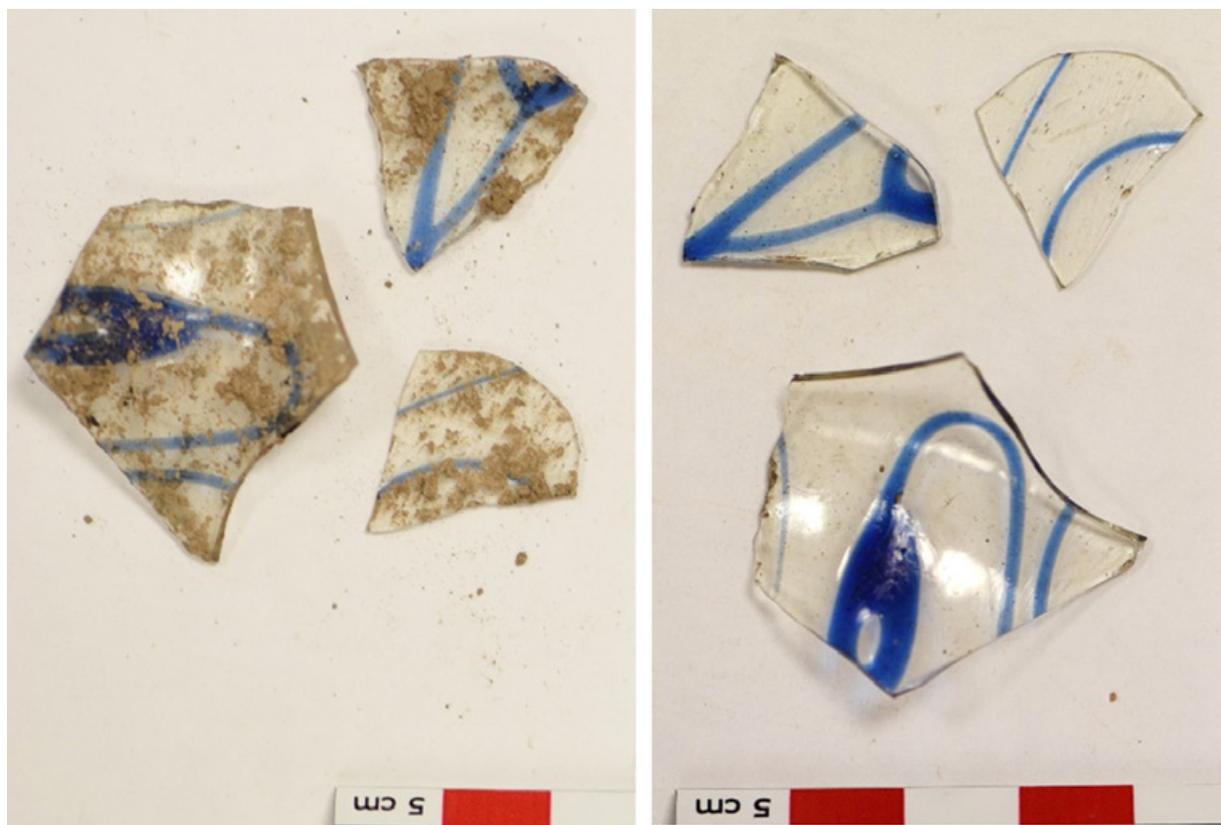
La conservatrice-restauratrice peut également jouer un rôle de conseil et d'assistance lors des phases de conditionnement et de transport vers le service d'Archéologie, par exemple pour le calage de mobiliers fragiles et/ou volumineux : amphores issues de fouilles sous-marines transportées en eau, enduits peints, lapidaire, etc.

L'évacuation du mobilier des sites est réalisée de façon coordonnée et régulière afin que le mobilier sensible soit pris en charge rapidement. Ainsi au SANCA depuis 2021, les objets métalliques, les verres et les objets en os sont évacués des sites de façon quotidienne, ce qui permet la mise en place rapide des protocoles de séchage lent et des traitements de stabilisation.

Une fois arrivés au service d'Archéologie, la conservatrice-restauratrice vérifie si le transport n'a pas eu d'effets négatifs sur l'état de conservation des objets et place ceux ne nécessitant pas de précaution particulière dans un stockage d'attente. Les vestiges sensibles sont tout de suite pris en charge : le mobilier provenant de fouilles sous-marines est dessalé, les céramiques à faible cohésion, les verres et les objets en os sont mis à sécher de façon progressive selon la procédure proposée par Anaïs Vigneron (Vigneron, 2009, p. 29-30). Suivant ce protocole, ces objets sont ensuite nettoyés et consolidés si cela est nécessaire afin de pouvoir ensuite être confiés aux différents spécialistes pour étude (fig. 5 et fig. 6). Le mobilier métallique est, quant à lui, confié pour stabilisation et mise en état pour étude à des conservateurs-restaurateurs spécialisés extérieurs au SANCA. Magali Asquier-Dupont assure ici la rédaction des marchés publics et le suivi des prestations.



**Figure 5** Pion à décor géométrique en matière dure animale datant de l'Antiquité tardive, avant et après nettoyage. © Magali Asquier-Dupont/Sophie Goudemez.



**Figure 6** Nettoyage de fragments d'une coupelle en verre du XIV<sup>e</sup> s. ap. J.-C. provenant du site de Gordolon. © Magali Asquier-Dupont.

Parallèlement à ces traitements d'urgence, le mobilier peu sensible (essentiellement la céramique et les ossements humains et animaux) est nettoyé par les équipes de fouille. Lors de cette étape, le conservateur-restaurateur a, là encore, un rôle d'accompagnateur et de conseil. Au SANCA, cela s'est matérialisé notamment à travers la création de plaquettes indicatives dans la salle de lavage (fig. 7) et la réorganisation de l'espace de séchage et de reconditionnement.

## PROTOCOLE DE LAVAGE

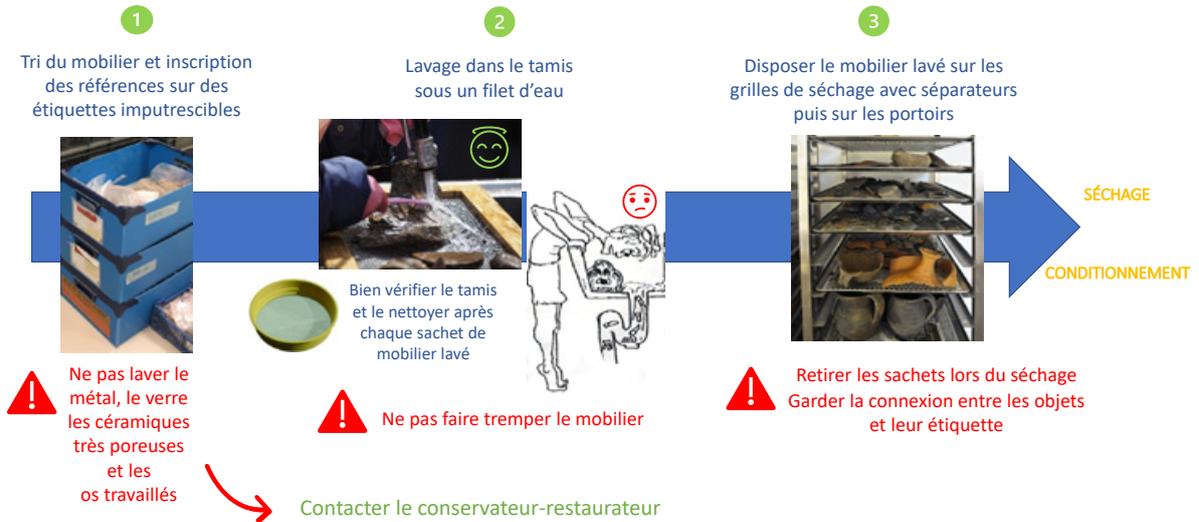


Figure 7 Plaquette indicative pour le protocole de lavage. © Magali Asquier-Dupont.

À la demande des archéologues, la conservatrice-restauratrice peut également intervenir pour le remontage d'objets complexes afin de permettre ensuite leur étude (fig. 8). Lors de cette phase, le conservateur-restaurateur peut avoir plusieurs rôles : il peut réaliser les prélèvements sur les objets en vue d'analyses biochimiques ou de datation, mais également venir en support auprès des différents spécialistes (informations données par des indices matériels sur les techniques de fabrication, etc.).



Figure 8 Prélèvement, nettoyage et remontage d'un gobelet du Haut-Empire provenant de la Colline du Château. © Magali Asquier-Dupont.

Une fois les études achevées, Magali Asquier-Dupont, également régisseuse des collections au SANCA, récupère l'ensemble du mobilier et procède à son inventaire détaillé, qui sera ainsi joint au rapport d'opération en vue de son versement au Centre de conservation et d'étude. Le mobilier est ensuite conditionné de façon définitive, suivant les exigences du service régional de l'Archéologie (SRA), et stocké dans les réserves permanentes du SANCA. La présence d'un conservateur-restaurateur au sein de la structure permet de réaliser une veille sanitaire pour les objets sensibles (métal, verre, os travaillé, bois et objets dessalés) afin d'avoir un contrôle régulier de leur état d'altération et de mettre en place des actions de conservation préventive, voire curative quand cela nécessaire.

De façon exceptionnelle, Magali Asquier-Dupont a également en charge les traitements de restauration réalisés sur des céramiques et des verres en vue de leur exposition au public lors d'opérations de médiation, comme les Journées européennes de l'archéologie, les Journées européennes du patrimoine ou des opérations de valorisation organisées par le service.

Cette démarche est donc globale, de la phase préparatoire au chantier de fouille jusqu'à la valorisation du mobilier archéologique. Ici, le maître mot est « l'accompagnement ». En effet, la complémentarité entre l'archéologue et le conservateur-restaurateur est manifeste, l'un appréhendant un objet du point de vue chronologique, morphologique, technique fonctionnel et l'autre d'un point de vue des matières et techniques (Meyer, 1990, p. 419). Le but est alors d'encourager la permanence du dialogue entre ces deux interlocuteurs.

## Les perspectives et les atouts d'avoir un conservateur-restaurateur en interne

Au terme de ce tour d'horizon, le choix du recrutement d'un conservateur-restaurateur qui accompagne quotidiennement l'équipe, de la préparation de l'opération jusqu'au stockage définitif des biens archéologiques mobiliers, présente plus d'un atout. Le plus évident concerne la bonne gestion sanitaire des collections qui, lorsqu'elles sont dans leur environnement de stockage stable et contrôlé, peuvent être préservées à long terme. Un second atout, essentiel, est l'inventaire plus raisonné des collections au fur et à mesure des opérations, qui permet de ne plus générer un passif qui s'oublie rapidement et ne se fait souvent jour que lorsqu'il s'agit d'envisager des expositions et autres manifestations de mise en valeur des collections. La gestion au coup par coup est à la fois onéreuse et non respectueuse du patrimoine dont le service à la charge.

Maintenant que les pratiques ont été changées et que la conservatrice-restauratrice travaille en intelligence avec les opérationnels, le gain de temps permet aujourd'hui d'envisager un chantier des collections qui représente environ 300 m<sup>3</sup> de mobilier, dont la moitié est formée par du lapidaire récemment et entièrement reconditionné. Afin d'en évaluer l'importance, une première étude a été commandée à une consultante indépendante en conservation préventive. Son intervention devait prendre en compte plusieurs *scenarii* : prise en charge intégrale par la conservatrice-restauratrice; prise en charge partielle avec renforts; prise en charge partielle avec externalisation; externalisation intégrale. Ces différents *scenarii* devaient ainsi permettre de chiffrer les moyens humains et financiers, ainsi qu'une évaluation du temps nécessaire pour conduire cette opération essentielle pour la conservation et la transmission des collections du service. Ce travail montre que l'absence d'une gestion intégrée des collections par le passé va générer un surcoût d'environ 500 k€ pour la collectivité, réparti sur plusieurs années. Pour autant, les pratiques ayant été revues et corrigées,

cette charge n'existera désormais plus pour la collectivité et il est alors simple de démontrer que le recrutement d'un conservateur-restaurateur constitue une économie importante en même temps qu'elle préserve le patrimoine quotidiennement exhumé sur le territoire des 51 communes de la Métropole Nice Côte d'Azur.

## Conclusion

Les modestes adaptations mises en œuvre de façon conjointe depuis deux ans au SANCA montrent à quel point l'incorporation d'un conservateur-restaurateur au sein des équipes archéologiques représente un véritable atout scientifique, patrimonial et économique.

Ainsi, le conservateur-restaurateur se positionne comme une personne-ressource dont le travail est de sensibiliser et d'accompagner les archéologues afin qu'ils puissent exercer leur métier en intégrant les normes de conservation indispensables à la préservation des vestiges et de leur potentiel informatif (Maqueda *et al.*, 2020, p. 10). Comme nous avons essayé de le montrer à travers ce retour d'expérience, ce n'est que par une juste concertation et un indispensable partenariat interdisciplinaire que la chaîne opératoire de conservation peut rester continue et, ainsi, permettre la pérennité des données archéologiques et patrimoniales contenues dans les biens archéologiques mobiliers.

## Références bibliographiques

**Maqueda M., Proust C., Touzeau J.** (2020), « La conservation-restauration au cœur de la problématique archéologique », *Les nouvelles de l'archéologie*, N° 162, p. 8-11.

**Meyer N.** (1990), « Gérer le matériel archéologique », dans Berducou M. (éd.), *La conservation en archéologie, Méthodes et pratiques de la conservation-restauration des vestiges archéologiques*, Paris, Masson, p. 408-420.

**Païn S.** (2015), *Manuel de gestion du mobilier archéologique, Méthodologie et pratiques*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 233 p.

**Tankéré O.** (2012), *La conservation du mobilier archéologique : un enjeu scientifique, culturel et social. Les Centres de conservation et d'étude, une voie nouvelle vers la décentralisation?* Paris, L'Harmattan, 231 p.

**Vignerot A.** (2009), « Les céramiques à faible cohésion. Proposition d'une méthode de séchage et réflexions sur un traitement », *Conservation-restauration des biens culturels*, N° 27, p. 25-33.

### Les auteurs

**Magali Asquier-Dupont** Conservatrice-restauratrice, service d'Archéologie Nice Côte d'Azur, [magali.asquier-dupont@nicecotedazur.org](mailto:magali.asquier-dupont@nicecotedazur.org)

**Fabien Blanc-Garidel** Archéologue, chef du service d'Archéologie Nice Côte d'Azur, [fabien.blanc@nicecotedazur.org](mailto:fabien.blanc@nicecotedazur.org)

# FORMATION DES ARCHÉOLOGUES AUX « PREMIERS SECOURS » DES OBJETS ARCHÉOLOGIQUES

LUCIE ALTENBURG

**Résumé** Dès leur dégagement, les objets archéologiques deviennent instables du fait de la perturbation des conditions d'enfouissement. Ils nécessitent souvent une prise en charge immédiate pour interrompre ou ralentir les mécanismes de détérioration, avant un traitement de stabilisation plus poussé par un restaurateur et, ainsi, éviter des dommages parfois irréversibles. Précédemment restauratrice d'une compagnie d'archéologie privée à l'étranger, j'ai fait partie d'une équipe de trois restaurateurs qui avait pour mission de proposer à tous les responsables d'opérations et techniciens de fouille une formation courte à l'identification des matériaux ainsi qu'une autre sur les gestes de « premiers secours » portés aux objets archéologiques sur le terrain. Les archéologues sont en effet les premiers à manipuler ces derniers. Il est donc avantageux de compléter leur formation pour leur permettre d'identifier rapidement les différents matériaux et de pouvoir adapter la prise en charge en fonction de l'objet. Ces formations ont aussi l'avantage de promouvoir la collaboration entre restaurateurs et archéologues sur le terrain et de former ainsi une chaîne opératoire plus efficace.

**Mots-clés** formation; archéologue; premiers secours; matériaux; restaurateur.

## Introduction

Le travail de stabilisation par le restaurateur est essentiel pour la préservation des informations archéologiques nécessaires pour les analyses post-fouille, la rédaction du rapport et la conservation du mobilier. Pourtant, sa manipulation commence dès le terrain, c'est-à-dire bien avant l'arrivée des objets au laboratoire de restauration.

Dès leur exposition à l'air libre, les vestiges archéologiques sont soumis à de brusques changements d'environnement, après des siècles voire des millénaires d'enfouissement (lumière, oxygène, manipulation, ...). Ceux-ci provoquent des mécanismes de détérioration qui peuvent entraîner la destruction des matériaux, s'ils ne sont pas interrompus rapidement grâce à un conditionnement adapté. La quantité, parfois importante, de mobilier archéologique à gérer et à transporter nécessite des réactions rapides de l'archéologue pour placer les objets dans des conditionnements temporaires afin de ralentir et, si possible, interrompre la détérioration des matériaux.

Ayant intégré en 2018 l'équipe de la compagnie privée Museum of London Archaeology (MOLA), basée à Londres, au Royaume-Uni, j'y ai conçu avec mes collègues restaurateurs une formation pour nos techniciens, afin de les former à entreprendre ces gestes de « premiers secours » et de standardiser la chaîne opératoire du terrain jusqu'à la post-fouille. Ce texte est essentiellement un retour d'expérience découlant de mes années de pratique à l'étranger

en tant qu'archéologue devenue restauratrice, enrichi de celui de collègues archéologues ayant reçu nos formations, avec pour objectif, à terme, de promouvoir des procédures similaires à la Ville de Paris.

## Contexte de développement du projet de formation

### Spécificités de l'archéologie britannique

L'archéologie préventive au Royaume-Uni est essentiellement privatisée et, en réalité, assez peu régulée. De nombreuses petites entreprises proposant des services archéologiques se sont créées pour répondre aux offres des aménageurs sur le territoire britannique. Le respect des délais et des budgets est une contrainte non négociable. Il est demandé aux responsables d'opération de terminer leurs chantiers à temps, voire plus tôt si possible et, surtout, de ne pas dépasser le budget annoncé à l'aménageur. Parmi ces compagnies archéologiques, très peu comptent des restaurateurs à temps plein parmi leurs employés.

Comme dans beaucoup d'entreprises privées, la rentabilité prime souvent sur les enjeux scientifiques des fouilles, entraînant la nécessité d'établir des chaînes opératoires standardisées pour accroître notre efficacité et surtout, soyons réalistes, de réduire nos coûts et être plus intéressants que nos concurrents sur le marché.

### *First aid for finds (FAFF)*

Les gestes de « premiers secours » appliqués aux objets archéologiques sont les gestes à effectuer lorsque l'on est confronté à un objet comprenant un matériau particulièrement sensible à un changement soudain d'environnement. Ils sont nécessaires pour ralentir voire interrompre le déclenchement de la détérioration des matériaux, due à leur exposition à l'air libre. La réflexion sur la mise en place de ces gestes n'est pas une idée neuve. Au Royaume-Uni, ceux-ci découlent essentiellement des recommandations de l'ouvrage *First aid for finds* (FAFF) (Watkinson, Neal, 1998). Il s'agit d'un manuel initialement conçu pour les archéologues et les restaurateurs sans expérience particulière pour la manipulation et la conservation du mobilier archéologique fraîchement prélevé sur le terrain. Il détaille comment identifier et manipuler les matériaux, les conditionnements à privilégier ou, encore, des méthodes de prélèvement, comme, par exemple, les prélèvements en motte.

Une première édition est parue en 1972, puis rééditée en 1998. Ce manuel a accompagné les archéologues britanniques jusque dans les années 2000, avant de devenir extrêmement difficile à trouver, et donc peu utilisé ou recommandé dans les bibliographies universitaires. Une nouvelle édition, plus à jour, est prévue pour 2023, comprenant de nouveaux matériaux tels que les plastiques.

Bien qu'il soit utile à consulter sur le terrain, les explications y sont succinctes et les descriptions des différents matériaux peu précises. Il ne fait pas mention des différents traitements de stabilisation, mais fournit en revanche des schémas très complets pour décrire les méthodes de prélèvement en motte. Il existe d'autres références telles que *The conservation manual for the field archaeologist* (Sease, 1994) et *The archaeologist's manual for conservation* (Rodgers, 2004). Toutefois, de la même façon, il y manque le détail des propriétés physiques et chimiques des matériaux. Ce sont également des ouvrages qui ne se prêtent pas une consultation rapide sur le terrain, surtout si la météo est mauvaise.

## Museum of London Archaeology

En 2011, le service archéologique du Museum of London se privatisait pour devenir le MOLA (Museum of London Archaeology), une entreprise entièrement indépendante du musée. Ciblant initialement des chantiers de fouille dans le *greater London* (Londres et ses banlieues), le MOLA s'est récemment agrandi afin de pouvoir répondre à des appels d'offre sur tout le territoire britannique. La compagnie s'est tournée vers des projets d'aménagement du territoire de grande ampleur, opérant sur plusieurs chantiers importants simultanément. Parmi eux, figure notamment le chantier du *High speed 2* (HS2), la ligne de train ayant vocation à desservir le nord de l'Angleterre, ou encore celui de l'autoroute A14 vers Cambridge. Ils ont tous deux nécessité le recrutement de centaines de nouveaux archéologues et occasionné le prélèvement d'un volume très important de matériel archéologique.

Le laboratoire de restauration du MOLA est basé à Londres et, bien que les restaurateurs soient parfois appelés à se déplacer, la plus grande partie des objets prélevés sont placés en conditionnement temporaire et stockés à proximité des chantiers. Il peut donc se passer plusieurs semaines, voire parfois plusieurs mois, avant qu'un transport de mobilier soit effectué vers le laboratoire. Ce système nous a parfois posé problème. En effet, nous nous sommes rendu compte, dans certains cas, que les matériaux sensibles tels que le bois, l'ivoire ou encore le cuir gorgés d'eau, n'avaient pas été conditionnés correctement sur le terrain et s'étaient partiellement ou complètement desséchés. Il pouvait également y avoir une disparité entre les conditionnements du mobilier d'un chantier à l'autre, et parfois, des prises en charge différentes sur un même site.

Le chantier ferroviaire HS2 a donc été l'occasion pour nous de fluidifier la chaîne opératoire et de mettre en place la formation pensée pour les techniciens. Les deux premières opérations archéologiques ont concerné les terminus de Londres à Birmingham, où deux cimetières de l'époque victorienne ont été fouillés simultanément en 2018-2019. Sur le chantier de Euston, à Londres, quatre-vingt techniciens ont ainsi travaillé à dégager plusieurs milliers d'individus dans un sol argileux et gorgé d'eau. Un des responsables d'opération a fait appel à nous pour conseiller les archéologues, sur la préservation d'un cercueil dans un premier temps, puis sur le conditionnement de leur volume important de mobilier organique gorgé d'eau, dans un second temps. En amont de la visite, nous avons remarqué des disparités dans les connaissances des techniciens. Certains se trompaient en identifiant les matériaux composants un objet et beaucoup ignoraient combien une mauvaise prise en charge pouvait endommager leur mobilier. Après discussions avec les responsables d'opération, nous avons donc décidé de former les techniciens de fouilles, par groupe de dix, à l'identification des matériaux et aux gestes de « premiers secours » à adopter pour une bonne prise en charge du mobilier archéologique.

## Structure de la formation proposée aux archéologues du MOLA

### Conception de la formation

Les restaurateurs du MOLA se sont toujours impliqués dans la formation de leurs collègues archéologues, notamment en post-fouille. Les différents chargés d'étude en post-fouille reçoivent régulièrement des formations sur la manipulation des objets et sur les mécanismes de détérioration des matériaux, afin de mieux comprendre le matériel qu'ils analysent. Nous

avons cependant assez peu interagi avec les techniciens de fouilles, sauf s'ils demandaient spécifiquement de l'aide, pour réaliser un prélèvement en motte, par exemple.

Sur le terrain, dans le contexte britannique actuel, le conditionnement des objets avant le transport vers le laboratoire dépend donc essentiellement de l'expérience des responsables d'opérations, acquise au fil des années et des chantiers, et non d'une formation universitaire standardisée. Nous avons déjà remarqué, au sein du MOLA, que cette expérience était susceptible de varier d'une personne à l'autre et menait nécessairement à une hétérogénéité des connaissances et des pratiques en matière de conservation.

Confrontés à des chantiers de plus en plus éloignés du laboratoire, dans un secteur d'activité soutenu par le recrutement d'archéologues de niveaux d'expérience variés (dont beaucoup étaient en début de carrière et donc peu expérimentés), nous avons ainsi conçu une formation d'initiation à l'identification des matériaux et à leur conditionnement sur le terrain. En standardisant les gestes de « premiers secours » et la prise en charge du mobilier, l'idée était de fournir à tout archéologue les outils pour agir de façon autonome au moment de la découverte des objets et d'anticiper leurs réactions et, ce, quel que soit le contexte archéologique. L'objectif était aussi de fournir un support de fiches plastifiées, qui resteraient à disposition des archéologues dans la base de vie du chantier. Enfin, elle permettrait aux archéologues de connaître leurs propres limites et de savoir à quel moment il devient indispensable de faire appel à un restaurateur directement sur le terrain, promouvant ainsi des liens de collaboration entre les deux professions.

La formation proposée au MOLA se séparait en deux temps : l'identification des matériaux, puis les gestes à appliquer pour la prise en charge du mobilier archéologique sur le terrain.

### L'identification des matériaux

Il est essentiel, au cours des études de restauration, d'être formé à la science des matériaux. Être capable de comprendre les propriétés physiques et chimiques de ceux dont sont composés le mobilier archéologique est aussi crucial que l'apprentissage des traitements de stabilisation appliqués. En archéologie, le restaurateur sera confronté à des matériaux d'autant plus divers et instables qu'ils auront été enfouis de façon plus ou moins prolongée. C'est une partie intégrante de la formation du restaurateur, qui manipule ces objets tout du long de sa carrière.

Pourtant, le technicien de fouille, qui est le premier à exposer les vestiges à l'air libre, n'est pas formé de la même façon. Au Royaume-Uni, la science des matériaux et de leur dégradation ne fait pas partie du cursus en archéologie, et d'expérience personnelle, il n'y a pas non plus d'apprentissage de notions de restauration. Une identification rapide des matériaux sur le terrain est pourtant primordiale, puisqu'elle permet d'anticiper les mécanismes possibles de détérioration, avant que cette dernière ne devienne irrémédiable. Une prise en charge qui n'est pas adaptée aux besoins spécifiques de l'objet en question, peut entraîner des pertes de données scientifiques, voire la destruction totale de l'objet.

La formation commençait donc par décrire les propriétés physiques et chimiques de chaque matériau trouvé en contexte archéologique, en utilisant des aides visuelles et tactiles. Une présentation montrait, en images, les caractéristiques propres à chaque matériau, les dommages possibles suite aux mécanismes de détérioration et les conditionnements adaptés aux différentes situations.

Cette présentation permettait de donner aux techniciens les moyens de faire la différence entre des matières qui se ressemblent mais qui réagissent différemment. Par exemple, l'ivoire humide séché de façon non contrôlée se séparera en lamelles, alors qu'un os poli restera, dans les mêmes conditions, relativement stable (**fig. 1**).



**Figure 1** Exemples d'aide visuelle d'objets organiques gorgés d'eau :  
a) objet en os séché à l'air libre ;  
b) objet en ivoire séché à l'air libre ;  
c) objet en écaille de tortue séché à l'air libre. © Lucie Altenburg.

Nos outils étaient également très efficaces pour souligner les caractéristiques des matériaux. Nous avons découpé des morceaux de bois, en traitant seulement une moitié et en laissant l'autre se dessécher (**fig. 2**).



**Figure 2** Exemple d'aide tactile à la formation : le même fragment de bois gorgé d'eau a été scié en deux et l'une des moitiés a été traitée au polyéthylène glycol puis lyophilisée, l'autre séchée à l'air libre. © Lucie Altenburg.

De la même façon, nous présentions d'autres objets dégradés, composés de matériaux sensibles hors contexte, tels que du cuir, de l'ivoire et de l'écaille de tortue. Ceux-ci étaient accompagnés d'images prises au microscope électronique à balayage, pour illustrer les dégâts causés au niveau microscopique du matériau. Cela permettait aux archéologues de manipuler les objets endommagés, de les comparer aux objets traités et stabilisés, et de se rendre compte à quel point la perte de matière et d'informations pouvait être importante en cas de prise en charge inadaptée (**fig. 3**).



**Figure 3** Exemple d'aide tactile à la formation : a) des fragments de cuirs gorgés d'eau sont séchés à l'air libre; b) des fragments traités au glycol et lyophilisés. © Lucie Altenburg.

### Les gestes de « premier secours »

Une fois les principaux matériaux identifiés, la formation s'orientait ensuite vers les besoins en conservation pour chaque matériau prélevé au cours des fouilles. Cette deuxième partie consistait alors à décrire et appliquer ces gestes de « premier secours », toujours avec des aides visuelles. L'objectif était de permettre une prise en charge plus efficace de la part des techniciens de fouille.

La règle d'or sur laquelle nous insistions était celle de conserver l'objet dans un environnement similaire à celui de son milieu d'enfouissement. En effet, ce maintien permet, s'il y a un doute quant à l'identification d'un ou plusieurs matériaux, de traiter l'objet en tenant compte des besoins conservatoires de celui étant potentiellement plus sensible. C'est par exemple le cas dans la problématique de la distinction entre l'os et l'ivoire : placer un objet en os poli dans un conditionnement sans humidité ne causerait sans doute pas de dégâts, tandis que si l'objet était en réalité fait d'ivoire, les conséquences seraient bien souvent irrémédiables. La formation pouvait également se spécialiser sur des contextes archéologiques plus précis, tels que les matériaux gorgés d'eau ou, au contraire, les sols sablonneux et acides.

Toutefois, nous jugions souvent plus utile une approche généraliste, afin de couvrir de façon exhaustive tous les matériaux et leurs conditions de conservation dans tous les milieux. Toujours avec nos aides visuelles, la formation reprenait chaque matériau pour expliquer ses besoins et détaillait l'équipement et le matériel nécessaire pour leur prélèvement sur le terrain : par exemple, pour le conditionnement des objets gorgés d'eau, nous avons apporté des sachets hermétiques auxquels nous avons ajouté de l'eau, et montrions comment retirer l'oxygène contenu dans le sachet, ou encore les principes des prélèvements en motte. Nous détaillions aussi le matériel de conditionnement à éviter, comme le carton ou le papier journal pour le conditionnement d'objets humides. La formation avait ainsi une durée globale d'environ deux heures.

## **Pertinence et difficultés des formations**

### **Intérêt des formations**

Cette formation a été conçue spécifiquement pour les techniciens de fouille, en tant que premiers intervenants manipulant le mobilier archéologique à sa sortie du sol. Elle avait pour but de faciliter l'identification des matériaux dont un objet est composé ou, s'il y a un doute sur le matériau, de pouvoir à minima conditionner l'objet correctement et, ce, afin de le traiter en fonction des besoins prioritairement liés à la sensibilité des matériaux. En effet, si ces derniers sont identifiés et les gestes adaptés correctement appliqués, l'objet sera stabilisé le temps d'être transféré dans un laboratoire de restauration.

Prenons, par exemple, le cas d'un fragment de bois gorgé d'eau comportant des éléments ferreux. Il est important que le technicien de fouille sache quelle priorité donner en termes de besoins conservatoires pour cet objet composé de deux matériaux aux mécanismes de détérioration très différents. En effet, le bois serait immédiatement endommagé par l'évaporation non contrôlée de l'eau retenue dans la matrice de l'objet, alors que le fer, lui, ayant atteint un équilibre dans un milieu d'enfouissement humide, ne sera pas davantage mis en péril par un conditionnement similaire à son environnement précédent.

Cette connaissance permet ainsi de donner la priorité au matériau le plus sensible (ici le bois) et, donc, de placer l'objet dans un sachet hermétique contenant de l'eau pour éviter l'évaporation de l'humidité retenue dans le bois, jusqu'à ce qu'un traitement plus pérenne puisse être appliqué en laboratoire.

L'argument est aussi financier. Un matériau sensible, détérioré du fait d'un conditionnement temporaire inadapté après son prélèvement, engendrera des coûts de restauration beaucoup plus élevés, non pris en compte dans le budget initial de la fouille. La formation des techniciens permettait donc de réduire les coûts liés à la conservation des mobiliers. Elle leur

donnait l'assurance dont ils avaient besoin pour prélever et conditionner un objet correctement eux-mêmes, et ils conservaient, en cas de doute, la possibilité de nous appeler pour appuyer leurs décisions.

Nous avons aussi organisé des visites du laboratoire pour que les techniciens puissent voir les objets qu'ils avaient prélevés et interagir avec l'équipe du laboratoire. Bien que les visites aient eu lieu après le temps de travail, la totalité des techniciens du chantier de Euston y a participé. Ces liens noués entre restaurateurs et archéologues sont essentiels pour renforcer la collaboration entre les équipes de terrain, du laboratoire de restauration et de post-fouille. Ils permettent de maintenir une chaîne opératoire fluide et efficace. De notre côté, le fait de nous présenter et de voir le chantier en cours nous permettait également de mieux comprendre le contexte archéologique, les enjeux des responsables d'opération et les besoins des techniciens. Il était alors possible de mieux préparer la prise en charge du mobilier pour la post-fouille.

### Difficultés rencontrées au MOLA

Il était parfois difficile de démontrer les avantages de notre formation, puisque les dommages causés par une mauvaise prise en charge sur le terrain ne se remarquent parfois pas avant l'étude en post-fouille quand, au MOLA, les techniciens et les responsables d'opération ne sont plus inclus dans la chaîne opératoire du mobilier. Le fait de faire appel au restaurateur peut rajouter des frais parfois difficiles à justifier aux gestionnaires de projet et toute formation proposée aux techniciens devait avoir lieu pendant le temps de travail. Nous proposons toujours de nous déplacer, mais ces heures pouvant être initialement considérées comme « perdues » par les responsables d'opération soumis aux attentes des gestionnaires de projet, il pouvait être parfois difficile de convaincre ceux-ci de nous accorder les deux heures nécessaires.

Nous nous interrogeons bien sûr sur la durée de formation. Nous ne pouvions pas disposer de plus de temps, mais former à l'identification des matériaux, à leur détérioration ainsi qu'aux bonnes méthodes de prise en charge en si peu de temps n'est déjà pas une mince affaire. La formation telle que nous l'avions conçue était le compromis atteint. Cependant, il est clair que, pour être réellement efficaces, ces enseignements devraient être proposés à l'université au moment de la formation initiale des futurs archéologues. De la même façon, des formations sur les méthodes et techniques en archéologie pourraient être mise en place dans les cursus de restauration, afin de mieux préparer les restaurateurs à la contextualisation du mobilier archéologique.

De plus, la compartimentation des professions entre chantier/ restauration / spécialistes intervenant lors de la post-fouille, exacerbée par la privatisation du secteur, engendre le fait que de nombreux techniciens manipulent les objets au moment de la fouille, non seulement sans avoir suivi de formation propre à leur conservation-restauration, mais parfois même sans avoir entendu parler de restauration. Nous nous sommes ainsi retrouvés dans plusieurs cas de figure où, malgré le fait que nous soyons parmi les seules compagnies à avoir trois restaurateurs disponibles, des techniciens ne savaient pas qu'ils pouvaient faire appel à nous ou bien même simplement nous consulter en cas de doute. Il semblait exister une barrière intangible entre le terrain et la post-fouille, ce qui a pu compliquer les interactions entre collègues et fracturer la chaîne opératoire.

La situation géographique du chantier de Park Street à Birmingham, à plus de 200 kilomètres de Londres, a également considérablement freiné le bon fonctionnement de la chaîne opératoire. Dans le cas présent, nous n'avons malheureusement pas pu convaincre la responsable d'opération de nous déplacer pour former les techniciens, principalement à cause des coûts de transport liés à la distance importante et de ceux d'un restaurateur pour une journée complète. Face à ces difficultés, nous n'avons pu que constater à la fin du chantier, une fois le mobilier réceptionné au laboratoire, qu'il avait énormément souffert d'un conditionnement non adapté à ses besoins. Nous avons ensuite passé des mois avec notre gestionnaire des collections à faire le tri des objets par matériaux et par état de conservation, pour refaire l'inventaire et les conditionnements, et finalement malheureusement jeter beaucoup trop d'objets « pulvérisés ».

## Conclusion

Pour tout chantier de fouilles, une chaîne opératoire efficace est primordiale pour la bonne conservation des matériaux archéologiques. Pour garantir cette efficacité, il semble essentiel que le restaurateur ait des connaissances des pratiques archéologiques et que l'archéologue soit formé à l'identification des matériaux ainsi qu'aux mécanismes de détérioration des vestiges archéologiques.

Il y a bien sûr des limites aux formations proposées au MOLA : le fait qu'elles soient de courte durée en premier lieu. Comment appréhender efficacement tous les matériaux auxquels l'archéologue peut être confronté dans le contexte archéologique en seulement deux heures ?

De même, ces heures prises sur le temps de travail peuvent être difficiles à justifier auprès de la compagnie qui, dans une logique de marché, compte le temps de travail utilisé à la minute près. Idéalement, une formation des futurs archéologues aux bases de la restauration ainsi qu'une initiation des restaurateurs aux principes de l'archéologie devraient être incluses à leurs cursus universitaires respectifs, dans l'objectif de promouvoir des liens de collaboration plus solides et de permettre des discussions en amont au moment même de la rédaction des cahiers de charges.

Avoir une équipe solide, formée et équipée de matériel dédié à la conservation, avant de commencer une fouille, ne peut en effet être qu'un atout majeur pour un service archéologique n'ayant pas nécessairement de contact immédiat avec un restaurateur ou souhaitant standardiser les méthodes de prélèvements, tout en assurant la bonne conservation des matériaux les plus sensibles.

Grâce aux situations décrites, j'ai en tout cas pu constater l'intérêt des techniciens pour ces formations et leur volonté de connaître la suite du parcours des objets qu'ils ont prélevés. Si mon expérience en la matière est essentiellement britannique, j'espère pouvoir la poursuivre à présent dans le contexte français, auprès de mes actuels et, surtout, futurs collègues de la Ville de Paris, en contribuant à la formation de nouvelles recrues sur nos prochains projets de fouilles.

## Références bibliographiques

**Rodgers B. A.** (2004), *The archaeologist's manual for conservation : a guide to non-toxic, minimal intervention artifact stabilization*, New York, Kluwer Academic/ Plenum Publishers, 214 p.

**Sease C.** (1994), *A conservation manual for the field archaeologist*, Los Angeles Institute of archaeology, University of California, 114 p.

**Watkinson D., Neal V.** (1998), *First aid for finds*, Hertford, London, RESCUE-the British archaeology trust, Archaeology section of the UKIC, The museum of London, 114 p.

### L'auteur

**Lucie Altenburg** Conservateur-restaurateur, responsable du laboratoire, Pôle archéologique, Ville de Paris, 11 rue du Pré, 75018, Paris, [lucie.altenburg@paris.fr](mailto:lucie.altenburg@paris.fr)

# CONSERVER LES BIENS ARCHÉOLOGIQUES MOBILIERS : UN OBJECTIF À CO-CONSTRUIRE À CHAQUE ÉTAPE DE LA CHAÎNE OPÉRATOIRE EN ARCHÉOLOGIE

CHARLOTTE HANNOTTE, MARJORIE MAQUEDA, MATHIAS DUPUIS

**Résumé** La direction de l'Archéologie de Chartres métropole assure la conservation, en lien avec les services de l'État, de près de 60 ans de découvertes archéologiques. Opérateur habilité mais aussi dépositaire, elle assure la conservation de la documentation tout comme celle des biens archéologiques mobiliers (BAM) depuis leur découverte sur le terrain jusqu'à leur lieu final de stockage. Pour mener à bien ces missions, une chaîne opératoire de conservation a été développée. Celle-ci est axée préférentiellement vers le « mobilier sensible ». Elle implique les archéologues, maillons indispensables et à part entière de la chaîne de conservation, et prévoit des outils d'accompagnement à leur égard. Au cœur de ce réseau, le conservateur-restaurateur occupe une position stratégique et joue un rôle charnière spécifique, selon les besoins et les situations. La conservation des résultats des opérations par la direction de l'Archéologie favorise notablement les actions de conservation-restauration mais alourdit aussi sa responsabilité vis-à-vis de ces données. Soucieuse d'améliorer les pratiques, elle concentre désormais ses efforts sur la régie des collections et une mise au clair des statuts en vue de la création d'un Centre de conservation et d'étude (CCE) et d'un musée de site.

**Mots-clés** biens archéologiques mobiliers (BAM), conservateur-restaurateur, conservatrice-restauratrice, archéologue, « mobilier sensible », chaîne opératoire, interaction, lien.

## Présentation de la direction de l'Archéologie de Chartres métropole

Créée en 2003 en tant que service municipal de la Ville de Chartres<sup>1</sup>, la direction de l'Archéologie de Chartres métropole intervient à l'échelle communautaire depuis 2018. Doté d'une équipe d'une quarantaine d'agents permanents, il s'agit d'un des premiers services archéologiques territoriaux français. Habilitée pour la réalisation des opérations d'archéologie préventive, les domaines d'intervention de la direction concernent en premier lieu la réalisation des diagnostics et des fouilles réalisées en amont des travaux d'aménagement. Au-delà de cette mission prioritaire – fondamentalement liée aux politiques de développement économique du territoire – son rôle s'étend également à la mise en œuvre de projets de recherche et d'accroissement des connaissances sur les 66 communes de l'agglomération, à travers la réalisation de fouilles programmées (sanctuaire de Saint-Martin-au-Val) ou le développement

<sup>1</sup> Sur la base d'une association créée au début des années 1980, l'ADAUC (Association pour le développement de l'archéologie urbaine à Chartres). Sur l'histoire de ce service, se reporter à Joly (2014).

de programmes thématiques (sur les peintures murales antiques, la paléosidéurgie du fer, l'occupation de la vallée de l'Eure, etc.). La direction de l'Archéologie intervient également dans le champ de l'action culturelle, à travers une équipe spécifiquement dédiée à la valorisation, qui supervise l'ensemble de l'offre de médiation auprès des jeunes publics ainsi que les nombreuses actions dédiées à la diffusion des connaissances scientifiques (expositions, colloques, évènementiel, etc.)<sup>2</sup>.

En dehors de ces missions, comme plusieurs autres services archéologiques territoriaux, la direction de l'Archéologie de Chartres métropole assume une responsabilité particulièrement importante dans le domaine de la gestion des biens archéologiques mobiliers (BAM). En effet, sur la base d'un accord avec les services de l'État<sup>3</sup>, les équipes de Chartres métropole gèrent la totalité des BAM issus des opérations réalisées par la direction et ont pu recevoir ponctuellement des versements réalisés par d'autres opérateurs, lorsque les fouilles avaient été conduites sur le territoire de l'agglomération. Cette situation pourrait paraître contradictoire par rapport à l'esprit de la loi, qui ne confie qu'une responsabilité temporaire aux opérateurs d'archéologie préventive et qui confère à l'État la propriété exclusive des BAM mis au jour après 2016 et dont la propriété a changé à partir de cette date<sup>4</sup>. Elle résulte toutefois d'une approche pragmatique, permettant de concilier les intérêts des différents partenaires : difficulté pour les services de la DRAC<sup>5</sup> de disposer des espaces et des personnels dédiés à la gestion des BAM d'une part; intérêt de la collectivité pour l'exploitation et la valorisation de son propre patrimoine archéologique d'autre part. À cela s'ajoute la complexité des régimes de propriété *ante* LCAP<sup>6</sup>, de nombreuses collections relevant toujours d'un partage de propriété entre l'État et le propriétaire des terrains, en l'occurrence, la ville de Chartres, pour les nombreuses opérations conduites sur ses propres terrains<sup>7</sup>.

Tandis que dans certains cas le compromis entre l'État et les collectivités territoriales a pu se concrétiser à travers la création de centres de conservation et d'études dédiés (Alsace, Pas-de-Calais), la situation chartraine n'a pas encore pu aboutir à une telle solution. Pour autant, la gestion des BAM est bien au cœur des préoccupations de la direction de l'Archéologie et se traduit notamment par la présence d'une compétence en conservation-restauration, dès 2005<sup>8</sup>, et d'un équipement dédié au traitement du mobilier archéologique (laboratoire) développé à partir de 2007. Depuis plusieurs années, cette équipe se consacre chaque année à un travail de chantier des collections, avec le soutien financier du service régional de l'Archéologie Centre-Val-de-Loire. Récemment réorganisée sous la forme d'une unité Conservation, l'équipe dédiée aux BAM comprend désormais deux conservatrices-restauratrices diplômées, une régisseuse des collections, deux chargées d'étude et un agent technique. Son rôle consiste à la fois à veiller aux bonnes conditions de conservation des BAM, dans l'ensemble des dimensions relatives à leur vie « hors du terrain » (conservation-préventive, mouvements, expositions, études, etc.), mais aussi à intervenir dès la découverte du mobilier, en

<sup>2</sup> Les actions de valorisation demeurent un domaine de compétence spécifiquement porté par la Ville de Chartres.

<sup>3</sup> Cet accord, demeuré longtemps tacite, est en cours de formalisation par voie conventionnelle.

<sup>4</sup> Code du patrimoine. Régime de propriété du patrimoine archéologique (articles R541-1 à R541-22).

<sup>5</sup> DRAC : direction régionale des Affaires culturelles.

<sup>6</sup> LCAP : loi relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine, promulguée en 2016.

<sup>7</sup> Dans de nombreux cas, des régimes de propriété qui restent indéfinis, en l'absence d'un travail de récolement entre les collections et la propriété des terrains dont elles proviennent.

<sup>8</sup> Au tout début du service, seule une conservatrice-restauratrice exerçait. Elle avait aussi les fonctions de régisseuse des collections.

lien direct avec les équipes d'archéologues, afin de garantir les meilleures conditions d'étude et de conservation tout au long de la chaîne opératoire.

## Le parcours des biens archéologiques mobiliers à Chartres

### Les modes de gestion et de conservation du « mobilier sensible » ou comment le passé éclaire le présent

Les choix de conservation et de restauration opérés à Chartres sont tout autant liés à l'histoire de l'archéologie nationale qu'à celle de l'archéologie chartraine. Sans faire exception à la règle, l'intérêt des archéologues chartrains pour les petits objets du quotidien est l'héritage d'un goût européen né pour les antiquités dès la fin du XVII<sup>e</sup> siècle couplé à de nouvelles pratiques scientifiques dont l'essor est grandissant au XIX<sup>e</sup> siècle (Schnapp, 1993). Il s'est surtout focalisé sur les pièces complètes ou presque, facilement identifiables car jugées alors comme évocatrices. Tout n'était pas ramassé ou gardé<sup>9</sup>. Les plus belles pièces étaient restaurées et le moulage pratiqué (fig. 1). Avec l'approche scientifique et patrimoniale des objets, notamment ceux à base de fer, dont les dégradations peuvent poser problème, une plus grande considération pour les mobiliers sensibles s'est développée (Proust, 2017).



**Figure 1** L'authepsa est une pièce remarquable des collections chartraines. Il a été découvert hors contexte stratigraphique en 1980 sur le site C42 (14 à 26 rue des Grandes Filles Dieu à Chartres). Sa restauration a consisté en une remise en forme et une restitution des parties manquantes et a permis de mettre en lumière son procédé de fabrication. Il est un témoin de l'histoire des techniques. © Direction de l'archéologie de Chartres métropole/ Ville de Chartres.

<sup>9</sup> Les différences de volumes de mobilier sont notables à Chartres entre des opérations ayant eu lieu sur des sites géographiquement proches situés dans le centre-ville mais fouillés, pour certains, au XX<sup>e</sup> siècle et pour d'autres, très récemment.

Dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, les espaces dédiés à l'archéologie chartreuse, devenus trop exigus, ont eu besoin de s'étendre. Entreposées jusque-là en un unique lieu, les collections, très tôt distinguées en « petit mobilier » et « mobilier en lot », ont été physiquement séparées au début des années 90 (Joly, 1980, 2014). Les objets de valeur, entiers et restaurés (bijou en or, jeton en os, vaisselle en verre, clé métallique, etc.), les monnaies et certaines poteries de référence, le tout correctement classé, sont demeurés dans Chartres *intramuros* tandis que les objets moins spectaculaires, jugés peu signifiants, souvent incomplets, fragmentaires et de gros volume, stockés dans des cagettes parfois sans tri de matériaux, ont été transportés dans un dépôt de fouilles à quelques kilomètres du centre-ville<sup>10</sup>. Les principes de conservation, ou plutôt de stockage, étaient appliqués au cas par cas, comme le révèle aujourd'hui encore la présence, dans le hangar non isolé qui sert de dépôt de fouilles, de mobilier métallique ou en verre provenant de fouilles antérieures à la création du service municipal d'archéologie en 2003.

Depuis l'obtention de l'agrément pour la réalisation d'opérations préventives et, surtout, la fouille du site « Le Cinéma » en 2005, les BAM, toujours stockés sur deux lieux distincts<sup>11</sup>, sont régis selon deux modalités complémentaires. La première est la distinction que l'on peut faire entre les notions de « mobilier isolé » et « mobilier en lot »; la seconde correspond à la notion même de mobilier dit « sensible ». Le « mobilier isolé », en opposition à « mobilier en lot », est extrait physiquement du lot d'une unité stratigraphique (US) : l'objet est seul dans son sachet. Il porte un numéro d'inventaire d'isolation spécifique, garantissant sa traçabilité, permettant ainsi d'assurer sa conservation sur le long terme aussi bien que des travaux de recherche précis. Une partie des objets isolés, qui présente des fragilités, des risques de dégradations rapides voire extrêmes vis-à-vis d'un environnement non contrôlé, est qualifiée de « mobilier sensible ». Il s'agit des objets métalliques (alliages ferreux et cuivreux, de plomb et d'étain, etc.), des objets en verre, en matière dure animale (os, ivoire, etc.) ou, encore, constitués de matières périssables (bois, textile, cuir, lignite, ambre, etc.). À Chartres, hormis les clous, le « mobilier sensible » reçoit donc systématiquement un numéro d'isolation<sup>12</sup>. Il recoupe la notion de « petit mobilier » ou *instrumentum*. Le « mobilier sensible » est conservé dans les locaux de la direction de l'Archéologie. En revanche, le « mobilier isolé » n'est pas toujours sensible ou fragile. Certaines poteries et pièces lithiques, par exemple, sont parfois isolées pour des besoins d'étude. Ces BAM isolés, peu nombreux dans un corpus considéré avant tout comme « mobilier en lot », sont rangés dans le dépôt archéologique du Coudray, avec les BAM volumineux et/ou considérés comme peu voire pas sensibles aux conditions environnementales. Encore aujourd'hui, la répartition physique n'est donc pas

<sup>10</sup> Les locaux occupés par les archéologues entre 1984 et 1992, au 12 rue du Cardinal Pie, étaient l'unique local dédié à l'archéologie et servaient aussi de dépôt de fouilles. À partir de 1992, les archéologues s'installent rue Saint-Pierre tandis qu'un ancien entrepôt dépendant de l'Établissement de réserve générale des munitions de Châteaudun, localisé à Nogent-le-Phaye, est affecté temporairement en dépôt de fouilles (communication personnelle de D. Joly).

<sup>11</sup> En 1999, le dépôt de fouilles, encore utilisé en 2022, est transféré rue des Bellangères au Coudray tandis que les locaux administratifs de l'archéologie et les réserves de « petit mobilier » déménageront cinq fois dans Chartres avant de s'installer définitivement rue Saint-Brice, dans les anciennes abbayes, près de l'Eure. Aucun conventionnement avec les services de l'État n'est jamais venu entériner le dispositif de dépôt des collections chartresines dans ces espaces.

<sup>12</sup> Les clous, bien que constitués d'alliage ferreux, chimiquement sensibles à l'environnement, reçoivent plutôt un numéro d'ordre. En effet, sauf contexte archéologique particulier, ils ne sont pas systématiquement individualisés et sont souvent, pour une même US, regroupés dans un sachet.

figée entre « mobilier isolé » et « mobilier en lot », si ce n'est le regroupement systématique du « mobilier isolé sensible » en un lieu distinct permettant son suivi conservatoire (fig. 2).

Type de mobilier	Abbayes Saint-Brice à Chartres	Dépôts archéologiques au Coudray
« Mobilier isolé » sensible	<p><b>Alliages métalliques</b> de fer, cuivre, plomb, étain, etc.</p> <p><b>Verrerie</b> : vaisselle en verre, pâtes de verre, frites.</p> <p><b>Matières dures animales travaillées</b> : os, ivoire, bois de cervidé, corne.</p> <p><b>Matériaux périssables</b> : bois, cuir, textile, lignite, ambre, etc.</p> <p><b>Terre plus ou moins cuite</b> : céramique non tournée, pesons</p> <p><b>Composite</b> : métal/matériaux périssables, métal/verre, boulettes de pigment, etc.</p>	<b>Terre plus ou moins cuite</b> : pesons
« Mobilier isolé » peu voire pas sensible	<p><b>Terre cuite</b> : figurines, lampes à huile, jetons, tuyaux de pipe, creusets, perles, bracelets, fusaioles, poteries restaurées, etc.</p> <p><b>Lapidaire</b> : pierre à aiguiser, palette à fard, tesselles, intailles, munitions, bracelets, pierres épigraphiques, etc.</p> <p><b>Lithique</b> : pierre polie</p>	<p><b>Terre cuite</b> : poteries</p> <p><b>Lithique</b> : silex</p>
« Mobilier en lot » sensible	<b>Alliages ferreux</b> : clous et tiges, plaques et tôles	<b>Terre crue</b> : torchis, argile
« Mobilier en lot » peu voire pas sensible		<p><b>Terre cuite</b> : poteries</p> <p><b>Lithique</b> : silex</p> <p><b>Faune, coquillages</b></p> <p><b>Os humains</b></p> <p><b>Enduits peints</b></p> <p><b>Scories métalliques</b></p> <p><b>Terre cuite architecturale</b> : briques, <i>umbrex</i>, <i>tegula</i></p> <p><b>Lapidaire</b> : tesselles, éléments d'architecture, meules</p> <p><b>Prélèvements pour analyses</b></p>

**Figure 2** Répartition des BAM à Chartres aujourd'hui en fonction des deux lieux de stockage, de leur volume et de leur sensibilité à l'environnement. © Direction de l'archéologie de Chartres métropole/ Ville de Chartres.

## De la mise au jour au lieu de stockage : la vie du mobilier après sa découverte

### *Chaîne opératoire et choix de conservation préventive*

« Traumatisés » par la fouille, les BAM doivent être conduits progressivement vers un nouvel état d'équilibre, le plus stable possible, celui qu'ils auront désormais avec l'atmosphère ambiante (Berducou, 1990). À Chartres, la conservation des BAM, et *a fortiori* celle du « mobilier sensible », est ainsi prise en compte tout au long d'une chaîne opératoire de conservation qui débute dès le terrain, et même en amont de la fouille. Celle-ci implique nécessairement, mais à des degrés et responsabilités divers, tous les acteurs de l'opération archéologique en rapport avec le mobilier, que ce soit sa découverte, ses études, sa conservation (Maqueda *et al.*, 2020). Elle n'a pas de fin à proprement parler – ou s'achève à la disparition de l'objet, qu'elle soit due à un rejet volontaire (conservation sélective) ou à une destruction subie (défaut de conservation préventive).

La conservation préventive prédomine dès la découverte des BAM<sup>13</sup>. Sur le terrain, avec les « gestes qui sauvent » érigés en protocole de collecte; lors de la post-fouille et après celle-ci, avec un suivi conservatoire aussi rigoureux que possible, dans la mesure où le climat des bâtiments accueillant les BAM, non régulé, est soumis à de fortes variations. Cette surveillance s'inscrit donc à l'échelle du contenant, dans une continuité, sur le long terme.

Sans occulter la préservation des autres matériaux sensibles, les choix de conservation sont préférentiellement axés vers le mobilier métallique, qui représente à Chartres près de 80 % du « mobilier sensible » d'une opération<sup>14</sup>. Le mobilier métallique brut de fouille, particulièrement instable, requiert en effet des conditions de conservation drastiques sous peine de rapidement voir apparaître une reprise de corrosion dommageable, due à des oxydes de fer chargés en éléments chlorés. Pour éviter ce phénomène, à des températures de 18-20°C, une humidité relative inférieure à 12 % pour les ferreux et inférieure à 42 % pour les cuivreux doit être observée (Rimmer *et al.*, 2013). L'action des chlorures est de plus stimulée par la présence de polluants atmosphériques (acide acétique, acide formique, méthanal, etc.) (Regnault, 2019). Il serait donc utile de placer les objets métalliques, surtout les ferreux, à l'abri de l'humidité et des polluants, idéalement sous un système anoxique combiné à des absorbeurs d'humidité et de polluants<sup>15</sup>. Les importants volumes exhumés et la nécessité pour les archéologues d'accéder régulièrement au mobilier pour l'exploiter rendent toutefois cette pratique difficile à mettre en œuvre. Au lieu de cela, pour obtenir un air très sec dans la boîte, les objets métalliques sont fréquemment étuvés et conditionnés climatiquement avec des sachets d'argile régulateurs d'humidité, plus souples à l'usage car régénérables. Pour ces matériaux archéologiques en particulier, les contenants sont particulièrement étanches, et les sorbants sont renouvelés et asséchés régulièrement. Le mobilier métallique restauré, et donc à l'abri sous un film protecteur, semble tolérer, quant à lui, des conditions environnementales plus souples et une humidité relative un peu plus élevée sans dépasser toutefois 55 % (ICC, 2007), 30 % étant une moyenne recommandée et un consensus accepté (Pain, 2015a; Féau, Le Dantec, 2013; Scott, Eggert, 2009; Scott, 1990).

<sup>13</sup> Il est question ici du « mobilier sensible » trouvé en milieu terrestre. Sont donc exclus de la présentation les BAM périssables retrouvés gorgés d'eau (bois, cuir, textile, etc.), qui sont traités différemment.

<sup>14</sup> Les BAM de la période romaine sont les plus représentés.

<sup>15</sup> tel que le propose Mitsubishi Gas Chemical (MGS) avec son *Revolutionary Preservation (RP)-System*.

### *Sur le terrain*

Dans les sols ordinaires des contrées tempérées, les BAM enfouis conservent tous une part d'humidité intrinsèque. Aucun objet n'est découvert totalement sec. Il est essentiel de préserver cette humidité le temps de pouvoir mettre en œuvre et maîtriser l'ensemble des interventions de conservation-restauration, notamment le séchage.

- Concrètement, lors de la mise au jour, quand un laps de temps s'impose avant le prélèvement, afin d'éviter tout phénomène de dessiccation intempestif, les objets les plus sensibles (céramique non tournée, objet composite, par exemple) sont protégés du vent et du soleil par des couvertures de survie. Une fois ramassés, les BAM sensibles sont placés dans des sachets avec du sédiment avec lequel ils ont été enfouis. La question de la collecte avec ou sans sédiment reste soulevée dans la profession. La présence de conservatrices-restauratrices au sein même de la structure, au plus près des découvertes, et en capacité d'intervenir rapidement sur le mobilier, autorise ce procédé. La nature de l'encaissant étant variable, il est conseillé de placer les trouvailles au milieu d'un sédiment fin qui s'effrite sous les doigts. Le sédiment argileux et compact, qui colle et devient dur une fois sec ou, encore, celui riche en gros grains, sont à proscrire, au risque de causer des dommages aux objets. Englobant l'objet dans son sachet, le sédiment joue un triple rôle complémentaire :
  - empêcher les bris ou les fragmentations supplémentaires pour des objets dont l'intégrité physique est déjà mise à mal. Le sédiment sert ici de coussin, d'amortisseur;
  - limiter le « traumatisme de la fouille » en prolongeant le climat du sol dans lequel l'objet était enfoui. Le sédiment encaissant joue là un rôle de stabilisateur chimique;
  - et, plus précisément : un rôle de régulateur d'humidité en évitant la condensation sur les parois internes du sachet, dont le contact avec la surface de l'objet est préjudiciable à sa conservation.

En outre, la collecte s'effectue en triant les BAM sensibles par famille de matériau. Trier les matériaux a pour rôle essentiel de :

- séparer des objets dont les poids divergent et qui, s'ils étaient regroupés dans un même sachet, entraîneraient potentiellement le bris des plus fragiles (verre/fer par exemple);
- surtout, faciliter la gestion des traitements pour étude, car tous les matériaux ne réclament pas le même type d'interventions de conservation-restauration selon leur état de conservation.

À l'initiative de ces mesures conservatoires, les conservatrices-restauratrices sont à même de les adapter en fonction des découvertes, et de répondre aux urgences de conservation. La diffusion de ces consignes auprès des archéologues ne serait rien sans une réalité concrète. En les adoptant et en pratiquant eux-mêmes sur le terrain « les gestes qui sauvent », les fouilleurs sont les premiers maillons salvateurs et proactifs d'une longue chaîne de conservation destinée à préserver les BAM.

### *La post-fouille*

Étape cruciale pour la préservation du « mobilier sensible », qui évolue d'un état humide à un état sec, la conservation lors de la post-fouille conjugue deux objectifs difficilement conciliables, mais qui coexistent pourtant nécessairement pour les besoins du rapport d'opération :

- poursuivre l'accompagnement des BAM vers un nouvel état d'équilibre en contrôlant le séchage et, plus globalement, les conditions environnementales (but conservatoire);
- rendre accessibles, lisibles et manipulables les BAM pour les études qui comprennent comptage, pesage, métrique, recherche d'identification, dessin, photographie, etc. (but scientifique).

L'organisation finalement retenue à Chartres fait appel aux actions décrites dans la figure 3.

ÉTAPES	ACTEURS
« Traitements préliminaires » : dégagement du sédiment pour les ferreux (distinction clous-tiges/autres ferreux), nettoyages.	Archéos en lien avec le chantier et/ou CR
Mise en séchage à l'air libre ou lentement en sachet perforé.	Archéos en lien avec le chantier
Mise en séchage lent et contrôlé pour les matériaux les plus sensibles.	CR
Conditionnement normé (dimensions standardisées des sachets).	Archéos en lien avec le chantier et/ou CR
Conditionnement adapté à la fragilité des objets (calage, écrin de mousse).	CR
Mise en boîte par nature de matériau. Rangement par US.	Archéos et/ou CR
Conditionnement climatique avec sorbants (bentonite) si besoin	CR
Inventaire exhaustif dans la base de données (BDD) : isolation et n° de contenants. Sélection des BAM pour identification et étude.	Spécialiste de <i>l'instrumentum</i>
« Mises en état pour étude », observations et investigations des BAM selon demandes.	CR
Catalogue, études et reprise de l'inventaire dans la BDD. Rapport d'études.	Spécialiste de <i>l'instrumentum</i>
Protection des ferreux jugés évocateurs (inhibition à l'acide tannique).	CR
Documentation des interventions de conservation-restauration.	CR
Contrôle des inventaires (traçabilité) et des états de conservation avant remisage.	CR et régisseuse des collections

**Figure 3** Parcours du « mobilier sensible » au laboratoire de restauration pendant la post-fouille (archéos : archéologues; CR : conservatrices-restauratrices). © Direction de l'archéologie de Chartres métropole/ Ville de Chartres.

Si les « mises en état pour étude » peuvent être considérées comme des traitements aboutis – ou quasiment – pour un certain nombre d'objets, aux dégradations mineures et aux surfaces lisses facilement traitables (terre cuite, verrerie romaine, os travaillé, etc.), pour des objets métalliques souvent illisibles, car fortement encroûtés, et qui auront été, au préalable, soigneusement sélectionnés pendant l'inventaire, ces traitements spécifiques consistent la plupart du temps en un dégagement partiel des surfaces. Alors que des archéologues peuvent entreprendre ces interventions dans le premier cas (« traitements préliminaires ») sous la supervision d'une conservatrice-restauratrice, les objets métalliques et ceux, fragiles, qui présentent des dégradations complexes, sont traités exclusivement par cette dernière.

Souvent, elles sont effectuées en parallèle des études d'*instrumentum* avec lesquelles les allers et retours sont fréquents<sup>16</sup>.

Très longue, entrave à l'accès aux ferreux, la stabilisation par déchloration n'est pas pratiquée durant la post-fouille. Il lui a été préféré une inhibition de la corrosion des surfaces à l'issue des études. Cette solution temporaire permet en effet de protéger les ferreux le temps de programmer une campagne de déchloration, après le rendu du rapport final d'opération (RFO).

En définitive, le « mobilier sensible », qu'il ait été traité pour étude ou qu'il soit resté tel qu'au moment de sa découverte, se retrouve soigneusement rangé dans des boîtes, classé par matériaux et par US croissantes. Les objets mécaniquement fragiles, ou dont l'intégrité physique reste menacée même après traitement, sont pourvus d'un coussinet ou d'un écrin en mousse. Les contenants sont garnis de sorbants et d'une carte indicatrice d'humidité le cas échéant.

### *Après la fin de l'opération*

La gestion intégrée du mobilier et de la documentation des fouilles suppose, en sus d'un auto-versement, l'archivage de ces données et leur conservation sur le long terme. Les interventions de conservation-restauration sont plus ciblées et répondent davantage à une programmation conservatoire interne (publications, projets muséographiques, chantiers des collections, etc.). Elles regroupent plusieurs objectifs qui peuvent se recouper :

- la conservation préventive : reprise de conditionnement, renouvellement des sorbants, changement des contenants, suivi de l'état de conservation, etc.;
- la conservation curative : déchloration des ferreux, stabilisation de cuivreux, consolidation de la surface d'un verre ou d'une peinture murale écaillés, etc.;
- la restauration : nettoyage intégral par sablage ou avec un scalpel, nettoyage sous filet d'eau, collage, comblement de manques, etc.

Peu présente en première partie de la chaîne, la gestionnaire ou régisseuse des collections y trouve là une place prépondérante. Elle intervient au moment du contrôle des inventaires, et aussi continuellement après la remise du RFO, pour garantir les mouvements et la traçabilité des BAM, autre point d'orgue d'une conservation réussie.

## **Intégrer la conservation à la pratique archéologique**

### **Des outils d'accompagnement pour aider les archéologues**

Conscients de l'importance d'une conservation intégrée à la pratique archéologique dès le terrain, mais peu présents sur les chantiers, les conservateurs-restaurateurs en archéologie se sont relayés depuis des décennies pour développer des outils à destination des archéologues<sup>17</sup>. À Chartres aussi, des guides sous forme de fiches synthétiques ont été créés pour eux. Ils sont associés à des petites formations et des démonstrations. En leur donnant une

<sup>16</sup> Les « mises en état pour étude » sont des restaurations, c'est-à-dire des interventions directement menées sur les objets afin de les rendre lisibles et d'en améliorer l'état. Dans le cadre des rapports finaux d'opération, ces restaurations sont souvent inachevées.

<sup>17</sup> Voir à ce sujet Bergeron, 2021 ; Biron, Galibert 2021 ; Païn, 2015b ; Biron, 2009, Deyber, 2009 ; Michel, 2003 ; Meyer, 1989, pour ne citer que certains documents diffusés en français.

dimension pédagogique, les objectifs de cette démarche visent à transmettre, expliciter, et donner du sens aux interventions de conservation-restauration.

Sur le terrain, les préconisations pour le ramassage et le conditionnement du mobilier sont récapitulées dans une fiche-guide qui peut être punaisée dans les cantonnements. Elles s'avèrent particulièrement utiles pour les archéologues qui sont recrutés spécifiquement pour la réalisation d'une opération et qui ne sont pas familiarisés avec les protocoles de conservation en vigueur à Chartres (fig. 4).

## TRI ET CONDITIONNEMENT DES MOBILIERS TROUVÉS SUR LE TERRAIN



MATÉRIAU	PERFORATION DES SACHETS		SÉDIMENT FIN (PAS DE BOUE)		DESTINATION
	OUI	NON	OUI	NON	
<b>MÉTAL</b> alliages de fer, cuivre et argent, or, plomb, étain, etc.	X		X		<b>L a b o</b>
<b>VERRERIE</b> objet, vaisselle, vitrail et verre à vitre.		X	X		
<b>OBJETS EN TERRE CUITE</b> figurine, pipe, fusaïole, perles, etc.	X		X		
<b>MATIÈRE DURE ANIMALE</b> os travaillé, corne, bois de cervidé, ivoire		X	X		
<b>AMBRE ET RÉSINE TRAVAILLÉE</b>		X	X		
<b>MATÉRIAUX COMPOSITES</b> métal / matériaux périssables, métal / verre, etc.		X	X		
<b>MOBILIER EN MATÉRIAU</b>		X	X		
<b>PÉRISSEBLE</b> bois, cuir, lignite, textile, vannerie, cordage, etc.	Adapter le conditionnement en fonction de la fragilité des objets. Prélever sur support. Stocker au frais sur le terrain (sac isotherme). Mettre rapidement au frigo. <i>Demander au labo en cas de doutes sur la méthode à adopter.</i>				
<b>SUBSTANCES NATURELLES</b> cire d'abeille, goudrons végétaux, etc.	Ne pas sécher - Mettre dans de l'aluminium - Stocker au frais puis au frigo.				
<b>GORGÉ D'EAU</b> Mobilier quel qu'il soit	Maintenir 100 % d'humidité : mettre dans l'eau ou en sachet étanche (double sachet) - Stocker au frais sur le terrain (sac isotherme) - Mettre rapidement au frigo. <i>Demander au labo en cas de doutes sur la méthode à adopter.</i>				
<b>CÉRAMIQUE NON TOURNÉE</b> à faible cohésion	Cf. le protocole sur les céramiques à faibles cohésion.				
MATÉRIAU	PERFORATION DES SACHETS		SÉDIMENT FIN (PAS DE BOUE)		DESTINATION
	OUI	NON	OUI	NON	
<b>SCORIE FER</b>	X			X	<b>D é p ô t</b>
<b>TERRE ARCHITECTURALE CRUE</b> torchis et pisé, adobe, etc.		X		X	
<b>TERRE CUITE ARCHITECTURALE</b> tuiles, antéfixes, briques, pavement, etc.		X		X	
<b>LAPIDAIRE, LITHIQUE</b> et autres pierres et roches	Se référer au chargé d'étude.				
<b>ENDUITS PEINTS</b>	À l'appréciation du chargé d'étude.				
<b>CÉRAMIQUE</b>	Rassemblement des céramiques « entières » cassées en plusieurs morceaux dans un sachet séparé. Utiliser le symbole $\Delta$ et indiquer qu'il s'agit d'une seule céramique sur le sachet.				
<b>MICRO-FAUNE, COQUILLAGES, CRUSTACÉS</b>	À l'appréciation du chargé d'étude - Attention au bris pour les petits éléments.				
<b>FAUNE</b>	À l'appréciation du chargé d'étude.				
<b>OS HUMAIN</b>	Rassemblement des os « entiers » cassés en plusieurs morceaux dans un sachet séparé. Utiliser le symbole $\Delta$ et indiquer qu'il s'agit d'un seul os sur le sachet.				
<b>PRÉLÈVEMENTS</b>	Utilisation de <b>seaux en plastique</b> pour les prélèvements de terre.				

**Rappels**

**Mobilier**

- **Trier** les matériaux (un sachet différent par matériau).
- Constituer des **caisses par matériau** et y indiquer le site et la matière.
- **Alléger** les caisses. Penser à la manutention.

**Étiquette**

- Associer systématiquement une étiquette informatisée par sachet.
- Recto : US et matière
- Verso : informations complémentaires

**Numéros utiles**  
Laboratoire : 02 37 23 41 37 - Dépôt : 02 37 23 42 27



Figure 4 Préconisations pour le conditionnement du mobilier trouvé sur le terrain.  
© Direction de l'archéologie de Chartres métropole/Ville de Chartres.

En complément, un kit de conservation est distribué systématiquement à chaque responsable de chantier. Il comprend des plaques de prélèvements, différents types de mousses, des boîtes de formats différents, des couvertures de survie, du film alimentaire, du papier aluminium, etc. Associé à une fiche-guide qui décrit son contenu et fournit quelques exemples d'utilisation, ce kit confère une certaine autonomie aux archéologues, qui, de la sorte, peuvent procéder seuls aux interventions de conservation les plus simples, c'est-à-dire mettre en boîte un objet fragile avec de la mousse, effectuer des prélèvements basiques, etc. (fig. 5). Les interventions techniques complexes et celles nécessitant l'utilisation de produits chimiques (entoilage, consolidation, etc.) sont toutefois effectuées par une conservatrice-restauratrice.



**Figure 5** Kit de conservation comprenant les fournitures et matériels nécessaires aux interventions basiques de conservation sur le terrain. © Direction de l'archéologie de Chartres métropole/ Ville de Chartres.

D'une manière analogue, les céramiques à faible cohésion, autrement dit les céramiques non tournées (CNT) et mal cuites des périodes préhistoriques, font l'objet d'un protocole de conservation spécifique (fig. 6). Pour ce matériau fragile, un emballage systématique dans du film alimentaire et un stockage temporaire au frais sont conseillés. Ce dispositif de conservation préventive a pour but d'éviter un assèchement de la matière qui serait, d'une part, préjudiciable à la préservation des surfaces potentiellement porteuses de décors (risque d'écaillage puis de soulèvement) et, d'autre part, limiterait les possibilités de traitements ultérieurs. Il a été mis en place lors de la fouille d'un site néolithique à Sours (28) en 2007, après que quelques tessons secs et parsemés de microfissures aient été traités pendant la phase de terrain, dévoilant des décors inédits (Dupont, Liagre, 2008).



## LE TRAITEMENT DU MOBILIER SENSIBLE non gorgé d'eau

Document à destination des "référénts conservation" et des personnes en charge de la gestion du mobilier

### DÉFINITION

S'entend pour le mobilier fragile qui nécessite des conditions de traitement et de conservation particulières.

Dans le cadre de la chaîne de traitement de mobilier fragile, il s'agit ici des premiers nettoyage et conditionnement donnés en sortie de terrain, la plupart du temps par les référénts conservation.

### OBJECTIFS

Mener conjointement deux actions :

- assurer la conservation des objets
- rendre accessibles les objets pour étude.

Lors de cette première phase d'intervention, certains objets seront directement rendus lisibles pour étude ; c'est le cas par exemple de la verrerie et de la tabletterie.

D'autres objets, comme ceux en métal, auront peut-être besoin d'une seconde phase de traitement entre les mains des conservatrices-restauratrices pour révéler l'information qu'ils recèlent.

Quoi qu'il en soit, à la fin de ces mises en état pour étude, ils seront tous manipulables.

### LE MATÉRIEL...

#### ...de nettoyage

Sont à disposition barquettes et récipients, pinceaux, sondes de dentiste, pics en bois, scalpels et également des seaux pour y évacuer le sédiment à l'extérieur.



#### ... d'étiquetage

Des étiquettes de terrain, des marqueurs noirs, des rubans adhésifs de couleur à découper pour en faire des pastilles colorées.



### DANS LA PRATIQUE

#### le nettoyage

- Il n'est pas systématique.
- Si des objets paraissent trop fragiles, mieux vaut ne pas les nettoyer et laisser les traitements aux conservatrices-restauratrices. S'il a lieu, il s'opère de plusieurs manières suivant la nature des matériaux.

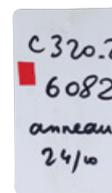
Pour les matériaux les plus communs :

	Aucune intervention	Dégagement manuel du sédiment	Eau	Mélange eau/éthanol	Éthanol
Verrerie	Sédiment sec				X
	Sédiment humide			X	
	Sédiment détrempe		X	X	
Os travaillé	Sédiment sec				X
	Sédiment humide			X	
	Sédiment détrempe		X	X	
Fer		X*			
Alliage cuivreux	X				

\*Cas du fer : seul le sédiment collé à l'objet est retiré, les produits de corrosion (rouille) sont laissés en place. A ce stade, le but est de distinguer, si possible, si l'objet est un clou ou non.

#### L'étiquetage

- Une étiquette de terrain accompagne chaque objet ou lot d'objets. Quand il est nécessaire de séparer plusieurs individus d'un même sachet, une étiquette mentionnant le site et l'US doit être jointe au nouveau sachet.
- Dans certains cas, il est possible d'apposer une pastille de couleur rouge sur les étiquettes pour alerter de l'état de conservation :



#### Le séchage

- Il est systématique, qu'il y ait eu nettoyage ou pas. Le temps de séchage dure 1 à 2 semaine(s).
- Ses modalités dépendent de l'humidité que conserve l'objet et de l'hygrométrie de la pièce. Il est important de garder à l'esprit qu'un séchage lent est préférable.
- Ainsi, on placera les objets :
  - dans un sachet perforé pour un séchage lent dans le cas d'un objet humide ou trempé ou bien si la température de la pièce est élevée.
  - en dehors du sachet, dans le cas d'un objet déjà sec.
- Il s'effectue sur les chariots métalliques dont on recouvrira les clayettes d'un papier de soie. On prendra soin de ne pas faire chevaucher les sachets et de regrouper les objets d'un même matériau. Enfin, on informera du site et de la date de mise en séchage.



#### Le stockage

- Après séchage, le mobilier, trié par matériau, est stocké dans des boîtes (cf. plaquette sur le conditionnement standard). Les conservatrices-restauratrices assurent le suivi climatique pendant cette phase.
- Le classement par US croissantes dans les boîtes intervient à la fin de l'opération quand il est certain que plus aucun objet n'arrivera du terrain. À la fin, on obtient cela :



Figure 7 Le traitement du mobilier sensible non gorgé d'eau.  
© Direction de l'archéologie de Chartres métropole/ Ville de Chartres.

## LE CONDITIONNEMENT STANDARD DU MOBILIER SENSIBLE les boîtes, les sachets, les mousses et leur utilisation

Document à destination des "référénts conservation" et des personnes en charge de la gestion du mobilier

### OBJECTIFS

Uniformiser le conditionnement pour une meilleure accessibilité au mobilier.

Le mobilier sensible est conditionné dans des sachets eux-mêmes placés dans des boîtes. Dans les réserves, l'ensemble du mobilier d'un même site est rangé au même endroit, indépendamment de la nature des matériaux. La gestion climatique de ces derniers s'effectue à l'échelle du contenant.

À cette fin, pour le conditionnement du mobilier d'un site, on se placera en aval de la chaîne de traitement (étape correspondant au stockage définitif) et on cherchera à optimiser le rangement par un choix judicieux de format de boîtes identique ou empilable.

### LE MATÉRIEL

#### Les boîtes

Plusieurs volumes de boîtes sont disponibles de 400 ml à 6,5 litres.



#### Les sachets

Les formats standards de sachets sont : 10x15 cm, 10x10cm, 6x8 cm à liseré rouge sans bandes blanches.



#### Les mousses

2 formats de mousse de polyéthylène sont utilisables :



- du film mousse d'épaisseur 2 mm. Il protège d'éventuels risques de bris. Il convient au mobilier présentant des fragilités mécaniques telles que pliures, fractures, fissures, angles saillants, extrémités pointues, etc.



- de la plaque de mousse d'épaisseur 25 mm. Elle sert, le plus souvent, de calage au fond des boîtes et peut également servir de support à un objet non ensacheté, ou encore de séparation pour des conditionnements distincts au sein d'une même boîte.

### DANS LA PRATIQUE

#### Le tri de matériaux

On ne mélange pas les matériaux de nature et composition différentes. Ainsi, on créera une série de contenants pour le fer, une pour les alliages cuivreux, une pour la verrerie, etc. Pour une même série, les contenants seront identiques.

#### Le choix et l'utilisation des sachets et boîtes

A un volume de boîte correspond 1 voire 2 format(s) de sachets.

	Choix 1 (préférentiel)	Choix 2	Choix 3
6,5 litres (Lock & Lock)	10 x 10	10 x 15	12 x 18
6 litres (Allibert)	10 x 10	10 x 15	12 x 18
2 litres (OKT)	10 x 10		
1,9 litre (Lock & Lock)	10 x 10		
1,2 litre (OKT)	10 x 10	6 x 8	
0,8 litre (OKT)	6 x 8	10 x 10	
0,4 litre (OKT)	6 x 8		

Dans la mesure du possible, on choisira le même format de boîte pour un seul type de matériau.

Ex : uniquement des boîtes 6,5 litres pour le fer de C322.2

Des sachets et boîtes de dimension et forme différentes restent disponibles dans l'éventualité où les formats et volumes standards ne conviendraient pas.



Les sachets sont perforés à l'aide de la « planche de Fakir ».

#### L'utilisation des mousses

Quand il est nécessaire, le film mousse est inséré dans le sachet. Il est en contact direct avec l'objet qu'il protège. Pour que son action soit efficace, il est découpé aux dimensions internes exactes du sachet. Des gabarits sont à disposition pour cela.



Pour réaliser un rectangle de calage, pour le cas d'une boîte incomplètement remplie, on prendra la largeur d'une règle plastique comme gabarit pour constituer la largeur de la cale. Sa longueur est définie par la largeur de la boîte.



#### La disposition des sachets dans les boîtes

Les objets ensachetés sont placés dans les boîtes par ordre croissant d'US puis, à l'intérieur d'une même US, par ordre croissant de numéro d'isolation.

Pour les boîtes Lock & Lock 6,5 litres, les objets seront placés sur deux colonnes dans la largeur.



Figure 8 Le conditionnement standard du mobilier sensible : les boîtes, les sachets, les mousses et leur utilisation. © Direction de l'archéologie de Chartres métropole/ Ville de Chartres.

## Le lien archéologue/conservateur-restaurateur en appui à la connaissance matérielle des BAM

La présence permanente d'un conservateur-restaurateur ou d'une conservatrice-restauratrice<sup>18</sup> au sein de la chaîne opératoire mise en place pour la gestion des BAM apporte donc de nombreuses plus-values. Celles-ci concernent non seulement le conseil et l'assistance aux archéologues sur le terrain mais constituent également, au-delà, une aide pour la connaissance de l'histoire matérielle des BAM.

En effet, le conservateur-restaurateur du patrimoine archéologique, en tant que scientifique de la conservation, a un spectre de compétences tout à la fois large et très spécifique (Seifert, 2018) : archéologue, spécialiste de l'histoire matérielle des BAM comme de la matière, il porte un regard transversal, entre sciences dures et sciences humaines, essentiel pour cette chaîne de conservation. C'est de ses interactions et questionnements partagés avec les archéologues que va dépendre l'enrichissement des connaissances sur ces objets archéologiques qui, comme l'écrit Roland May, tels des « miraculés » parviennent jusqu'à nous après avoir traversé plusieurs vies (May, 2020, p. 53).

### Connaître l'étape de la fabrication des objets archéologiques

Le conservateur-restaurateur peut apporter des éléments de précision très intéressants sur l'étape de la fabrication des objets archéologiques. Susceptible de proposer des analyses physico-chimiques ou de l'imagerie, il favorise, grâce à cette approche, l'acquisition de précieuses données pour les archéologues sur les modes d'assemblage ou encore la structure d'un objet parfois composite. La mise en évidence d'indices sur la composition, l'origine des matériaux ou les processus de fabrication est alors tout à fait complémentaire des méthodes comparatives issues de l'archéologie classique. C'est par exemple le cas d'une plaque-boucle métallique mise au jour en 2007 lors de la fouille d'une sépulture de la nécropole mérovingienne de Gellainville (28) (Wavelet *et al.*, 2008). Présentant un faciès de corrosion peu commun, sous forme d'une multitude de fragments informes ayant la particularité de se déliter dans l'épaisseur, c'est un prélèvement en motte rapide et minutieux, couplé à une analyse de sa composition, qui ont permis de sauvegarder et de déterminer le caractère exceptionnel de cet élément (fig. 9).



**Figure 9** Plaque-boucle N° Inv. 3323.01 mise au jour à Gellainville dans la sépulture N° 3222. L'analyse élémentaire effectuée au Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) a permis d'en déterminer la composition (alliage 50 % étain / 50 % plomb et placage d'argent). Cette garniture de ceinture, rattachée à la catégorie des plaques-boucles « géantes » présentait probablement une fonction ostentatoire. © Direction de l'archéologie de Chartres métropole/ Ville de Chartres.

<sup>18</sup> À ce titre, il est important de rappeler que la profession est à 80 % féminine, comme l'on montré les travaux de A. E Rouault et L. Hénault (Hénault, Rouault, 2016).

### Comprendre leur usage et leur utilité

Le travail du conservateur-restaurateur concerne aussi la recherche de l'usage et l'utilité des BAM. À quoi servaient-ils? Quelle était la capacité de tel ou tel artisan à travailler sur tel ou tel objet? Ou encore, quelles pratiques étaient associées à leur utilisation? Autant de questions que la formation dans le domaine de la conservation-restauration, dédiée notamment à la compréhension de l'histoire matérielle des objets archéologiques, ainsi qu'à l'analyse de leurs différentes valeurs culturelles (Bertholon, 2012), incite à se poser. Coutumier des observations à partir d'éléments partiels ou d'ordre micro-stratigraphique, le conservateur-restaurateur peut malgré cela percevoir et sauvegarder des informations fugaces – comme des restes organiques – et préserver des éléments fragiles ou difficilement perceptibles pour un œil non averti. Il existe désormais de nombreux exemples développés sur ce thème dans la littérature spécialisée (par exemple, Charrié-Duhaut *et al.*, 2020). Le travail mené pour la mise en évidence puis la restitution de la coiffe d'un petit défunt, mis au jour en 2016 dans un sarcophage mérovingien de l'église Saint-Brice à Chartres (28), est à ce titre exemplaire (fig. 10).



**Figure 10** Sarcophage 8579 contenant les restes du petit défunt 8584. Église Saint-Brice, Chartres (28). Un prélèvement extrêmement minutieux et localisé de tous les éléments et restes sédimentaires a notamment permis la mise au jour de petites lamelles d'or pur, de perles en verre et en ambre, ainsi que le dégagement de nombreux restes organiques (tissu/ fibres d'origine végétale) emprisonnés dans des produits de corrosion métalliques. © Direction de l'archéologie de Chartres métropole/ Ville de Chartres.

C'est, en effet, la collaboration de spécialistes de l'archéologie, de l'anthropologie, de la recherche sur les textiles anciens, de la conservation, mais également de la biochimie et de l'*instrumentum*, qui a permis de proposer non seulement une hypothèse de restitution pour cet élément de coiffe, mais également, au-delà, de réfléchir aux gestes et coutumes entourant les rites des funérailles (présentation de corps, pratiques d'embaumement) et qui échappent encore bien souvent à l'archéologie (Médard *et al.*, 2023; fig. 11).

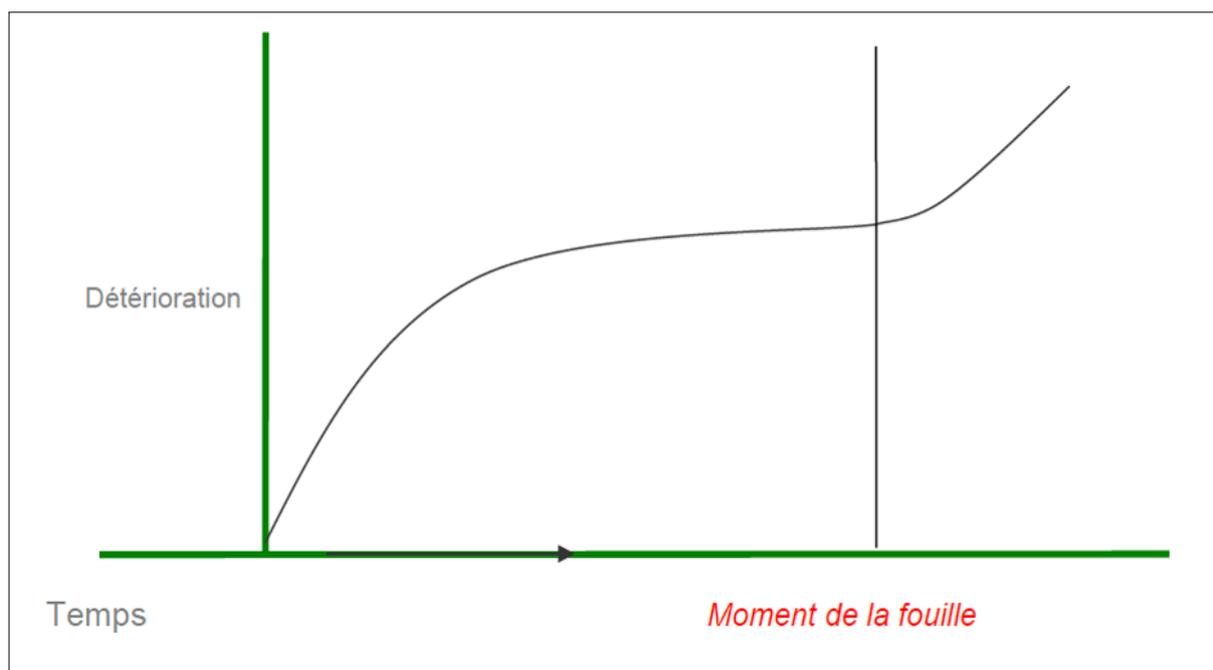


**Figure 11** Proposition de restitution de la scène de préparation de corps, figurant notamment les pratiques d'embaumement du petit défunt, portant une coiffe serrée sous le menton et laissant le visage découvert. ©Thierry Duchesne.

### *Déterminer les conditions de leur enfouissement*

En avançant toujours suivant la logique des différentes vies des BAM, il est ensuite communément admis comme moment fondateur celui où, abandonnés, ils perdent leur usage. Enfouis dans un nouvel environnement, ils vont alors subir des dégradations irréversibles. Toutefois, ces nouvelles conditions, si elles ne sont pas trop agressives ou brutales, vont aussi souvent s'avérer, sur le temps long, des garants de leur conservation. Par l'appauvrissement voire l'interruption des échanges avec tout autre milieu que celui lié à leur contexte immédiat, les objets archéologiques vont en effet peu à peu se stabiliser et tendre vers un nouvel équilibre. Être capable de reconnaître les caractéristiques de ce moment permet au conservateur-restaurateur d'accompagner celui, plus critique, de leur mise au jour et d'orienter les premiers gestes des archéologues sur le terrain. Éclairant ces derniers sur les fragilités des BAM et sur leur besoin crucial de stabilité, il peut déterminer et ordonnancer les actions de prévention nécessaires pour préserver au maximum le potentiel informatif des objets. L'exemple des bois gorgés d'eau découverts entre 2018 et 2022 sur le sanctuaire antique de Saint-Martin-au-Val (28) est éloquent à ce sujet (Bouilly *et al.*, dans ce volume). Il démontre la façon dont le travail collaboratif entre archéologues et conservateurs-restaurateurs peut aider à construire une véritable stratégie de préservation : il a en effet permis de créer une chaîne de conservation totalement intégrée à la chaîne d'étude et de s'assurer de son efficacité, ainsi que de son optimisation, au gré de l'évolution des moyens alloués.

### Pour aborder le moment de leur découverte



**Figure 12** Diagramme de Hodges, mettant en relation la détérioration de la culture matérielle et le temps (d'après Dowman, 1970).

Le moment de la découverte, évoqué dans le paragraphe ci-dessus à travers sa nécessaire anticipation, est donc porteur de forts enjeux, sur lesquels il faut encore insister tant ils sont déterminants pour la bonne conservation des objets archéologiques. En effet, comme le met en évidence le diagramme de Hodges (**fig. 12**), la fouille archéologique représente bien pour les BAM un traumatisme, synonyme d'une accélération des dégradations. Extraits du milieu d'enfouissement au sein duquel ils s'étaient stabilisés, ceux-ci endurent à ce moment précis un stress environnemental aussi intense qu'inéluctable, que conservateurs-restaurateurs et archéologues doivent s'attacher à réduire au maximum. Les protocoles de prélèvement et équipements de conservation de terrain, ainsi que le relais entre les différents acteurs de la chaîne de conservation développée à Chartres, sont autant de moyens favorisant une prise en charge rapide et adéquate. Travailler en tandem sur cette problématique est vertueux. Cela permet dans la majorité des cas de limiter l'impact du traumatisme lié à la découverte et d'axer les traitements de conservation-restauration vers des actions de mise en état pour étude (dégagements de surface, remontages, consolidations) et de conservation préventive (séchage contrôlé, conditionnement et suivi des conditions thermo-hygrométriques). L'objectif premier est alors de rendre les objets archéologiques stables et manipulables pour les inventaires et études qui seront consignés dans les RFO.

### Et envisager leur pérennité...

La conservation ne s'arrête cependant pas aux dernières pages des rapports finaux d'opération et il est important que les choix de traitement effectués soient pensés sur le long terme. À ce titre, il est essentiel que la qualité des interventions réalisées leur permette de s'inscrire dans le temps : le conservateur-restaurateur en archéologie, formé suivant des références déontologiques communes à l'ensemble de la profession (ECCO, 2003; ICOM, 1984), se doit

d’agir suivant plusieurs grands principes, parmi lesquels figurent la stabilité, la compatibilité des matériaux et procédés de conservation-restauration ou encore le « minimum d’intervention ». Il lui importe également de veiller à ce que tous ses choix de traitement soient justifiés par un examen, puis un diagnostic, et soient documentés. À ce stade de la réflexion, les échanges avec les archéologues sont donc encore une fois primordiaux, car c’est de l’entente sur les objectifs, temps et moyens alloués à la conservation que dépendra le succès des stratégies d’étude et de conservation. L’objectif étant de travailler dans un souci d’accessibilité des BAM aux générations à la fois présentes et futures, les décisions prises à court ou moyen terme doivent pouvoir se justifier sur le temps long. On discutera donc par exemple conjointement de la planification de traitements de mise en état pour étude, de stabilisation ou de restauration de telle ou telle typologie de mobilier, pour permettre une hiérarchisation des besoins d’étude, avec leur conservation comme critère de choix prédominant (fig. 13).

Année	2017			2018									2019													
	oct.	nov.	déc.	jan.	fév.	mar.	avr.	mai	juin.	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	jan.	fév.	mar.	avr.	mai	juin.	juil.	août	sep.	oct.	nov.
lot 1 : mob. métal. hors plaques-boucles	Traitement pour étude du mob. métallique des niveaux antiques			Traitement pour étude des ferreux de la nécropole et restauration des cuivreux					Stabilisation des ferreux (toute période) sauf ceux présentant des restes organiques																	
	Modification de l’inventaire au fur et à mesure de l’avancée des traitements.							Dessins et catalogue (équipe de fouille)		Etude des restes organiques (H.Huyseune et E.Desplanques)																
lot 2 : plaques-boucles	Stabilisation des plaques-boucles ferreuses damasquinées mérovingiennes											Restauration des plaques-boucles ferreuses damasquinées mérovingiennes														

**Figure 13** Tableau de planification des traitements des mobiliers métalliques issus de la fouille du site de Thimert-Gâtelles (28) en 2015, montrant une adaptation des temps d’étude aux impératifs liés à la stratégie de conservation des différentes typologies de mobilier (cuivreux ou ferreux, avec ou sans restes organiques, avec ou sans damasquinures). © Direction de l’archéologie de Chartres métropole/ Ville de Chartres.

## En conclusion et pour un tandem réussi...

La démonstration de la stratégie de conservation déployée à Chartres ainsi que les exemples développés auront, nous l’espérons, à la fois mis en avant les spécificités du métier de conservateur-restaurateur en archéologie ainsi que les plus-values de l’intégration de cette discipline au sein même d’une équipe d’archéologues. Véritable choix porté par la collectivité, la Ville de Chartres puis Chartres métropole, il confirme année après année sa pertinence et son caractère stratégique pour la conservation des collections archéologiques.

Souvent perçu à tort comme un technicien appliquant des recettes, le conservateur-restaurateur en archéologie doit être considéré comme un véritable scientifique du patrimoine matériel, susceptible d’alimenter et d’enrichir les connaissances des archéologues par son approche transversale et pluridisciplinaire. Intégré à l’équipe archéologique, il peut intervenir suivant différents axes, qui lui confèrent alternativement ou tout à la fois les rôles de préventeur, de facilitateur ou bien encore de « curateur »<sup>19</sup>. Assurant la conservation tout

<sup>19</sup> à comprendre dans le sens anglais du terme, c’est-à-dire en tant que personne prodiguant les traitements de conservation-restauration nécessaires à la préservation des objets archéologiques

au long de la chaîne opératoire, il pallie les premiers dommages, aide les archéologues dans leur quête sur l'histoire matérielle des objets et organise le long terme au bénéfice des générations futures, de chercheurs comme de publics.

Mais ces pratiques ne sont pas non plus exemptes de difficultés et révèlent plusieurs fragilités, contre lesquelles il faut régulièrement lutter ou face auxquelles il est indispensable de mieux s'organiser.

### **Créer et favoriser les passerelles entre archéologues et conservateurs-restaurateurs**

Comme dans toute relation humaine, le dialogue entre conservateurs-restaurateurs et archéologues a besoin d'être entretenu, régulièrement défini ou redéfini : parce qu'il peut parfois y avoir de mauvaises interprétations sur les termes employés ou les méthodes suggérées, parce que les équipes changent ou, encore, parce que ces disciplines évoluent sans cesse. Créer les conditions d'un dialogue plus solide entre archéologues et conservateurs-restaurateurs est certainement à ce titre un enjeu majeur pour les années à venir sur les plans de la formation initiale universitaire et de la formation continue. Il est essentiel pour faire en sorte que les unités d'enseignement sur la gestion des BAM et sur la conservation préventive soient harmonisées dans les UFR d'Archéologie, que la formation initiale en Conservation-restauration des biens culturels en archéologie demeure un enseignement à part entière et ne soit pas diluée au sein d'autres spécialités et que se créent des temps d'échange transversaux réguliers, à l'instar de ces journées à Bordeaux. C'est probablement la seule voie pour que ces bonnes pratiques s'intensifient et que ces interactions valident de plus en plus clairement l'intégration systématique des conservateurs-restaurateurs à la chaîne de conservation des BAM aux côtés des archéologues.

### **Conventionner avec les services de l'État**

Si la maîtrise complète de la gestion des BAM et de la documentation archéologique par la collectivité territoriale présente des avantages indéniables, elle n'en demeure pas moins une lourde responsabilité, qui s'exerce aujourd'hui à l'égard de plus de 200 000 *items*, issus de 60 ans de pratique archéologique. Comme dans toute situation héritée, les degrés de conservation de ces mobiliers sont malheureusement disparates et, si les collections récentes ont pu bénéficier des soins décrits dans les lignes ci-dessus, ce n'est pas le cas des collections plus anciennes, qui cumulent des problèmes de traçabilité comme de stabilité. Les enjeux de l'unité Conservation, créée fin 2022 pour mieux structurer les conditions de leur gestion, sont aujourd'hui nombreux. D'ordre scientifique et administratif, ils nécessitent à court terme des améliorations en conservation préventive mais aussi une formalisation des grands principes de dépôt des collections archéologiques entre l'opérateur, direction de l'Archéologie de Chartres métropole, la Ville de Chartres – propriétaire d'une grande partie des collections – et le service régional de l'Archéologie Centre-Val de Loire. La convention avec l'État, qui doit être rédigée dans le cadre du bilan quinquennal relatif à l'habilitation de la direction de l'Archéologie, offre à cet égard le cadre le plus adapté pour redéfinir les responsabilités et le périmètre d'intervention de chaque acteur (contrôle de versements, mise à jour des régimes de propriété, etc.), en conformité avec les derniers arrêtés réglementaires. Elle permettra

également de mieux clarifier les responsabilités financières des uns et des autres, seule garantie d'un partenariat durable et équitable.

En définitive, ce travail de réorganisation trouvera tout son sens lorsqu'il mènera, à plus long terme, à la création d'une véritable structure dédiée à la conservation et à la valorisation des collections, auprès de la communauté scientifique et des publics. Celle-ci, tout en assurant la préservation des biens archéologiques mobiliers provenant du territoire chartrain, affirmera encore une fois la place essentielle qu'occupent les collectivités territoriales dans l'étude et la transmission du patrimoine archéologique.

## Références bibliographiques

- Berducou M.-Cl.** (1990), « Introduction à la conservation archéologique », dans Berducou M.-Cl. (dir.) *La conservation en archéologie - Méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques*, Paris, Masson, p. 3-35.
- Bergeron A.** (2014), « Conservation in archaeological practice », dans *Encyclopedia of Global Archaeology*, New York, ed. Springer, p. 1646-1656.
- Bergeron A., Remillard F.** (2021), *L'archéologue et la conservation : vade-mecum québécois*. Québec, Centre de conservation du Québec (CCQ), 3<sup>e</sup> édition, 181 p.
- Bertholon B.** (2012), « Documentation des valeurs culturelles : le rôle du conservateur-restaurateur », dans ARAAFU (coord.), *Enjeux et pratiques documentaires en conservation-restauration. Perspectives pour la recherche. Journées d'études 2010*, Paris, ARAAFU, (coll. CRBC - Cahiers techniques, 19), p. 11-15.
- Biron M., Galibert P.** (2021), *Petit manuel à l'usage des archéologues : bons sens, bons gestes*, Paris, INRAP, 24 p.
- Biron M.** (2009), « Des outils pour mieux accompagner les objets archéologiques », dans ARAAFU (coord.), *Actualité de la conservation-restauration en archéologie et recherches en cours. Bilans et retours sur expérience*, actes des XXIV<sup>es</sup> Journées des restaurateurs en archéologie, (SADY, Montigny-le-Bretonneux, 26-27 mars 2009), Paris, ARAAFU, (coll. CRBC- Cahiers techniques, 18), p. 49-53.
- Charrié-Duhaut A., Médard F., Proust C., Barrand-Emam H.** (2020), « Les restes organiques minéralisés : un nouveau champ d'investigation en contexte funéraire. Exemple de la nécropole de Merxheim « Obere Reben » (Haut-Rhin) », dans Carpentier C., Arbogast R.-M., Kuchler Ph. (dir.), *Bioarchéologie : minimums méthodologiques, référentiels communs et nouvelles approches : actes du 4<sup>e</sup> séminaire scientifique et technique de l'INRAP*, 28-29 nov. 2019, Sélestat, INRAP, 15 p. Disponible sur : <<https://doi.org/10.34692/ftgf-zd86>>. <hal-03093849>, consulté le 18/10/2022.
- Dowman, E.A.** (1970), *Conservation in field archeology*, London, Methuen, 170 p.
- Deyber D.** (2009), « De la fouille au dépôt : guide pour la conservation préventive du mobilier archéologique », dans ARAAFU (coord.), *Actualité de la conservation-restauration en archéologie et recherches en cours. Bilans et retours sur expérience*. Actes des XXIV<sup>es</sup> Journées des restaurateurs en archéologie, (SADY, Montigny-le-Bretonneux, 26-27 mars 2009), Paris, ARAAFU, (coll. CRBC- Cahiers techniques, 18), p. 54-62.
- Dupont F., Liagre J.** (2008), *Une occupation du Villeneuve-Saint-Germain ancien et une occupation de la transition Bronze-Fer / Les Ouches - Sours*

(Eure-et-Loir - Centre). Site 033.28.038.0047. Prescription n° 06/0795 du 6 décembre 2006. Rapport de fouilles archéologiques. Dates d'intervention : 19 mars au 19 juin 2007. Volume 1 : Textes, Chartres, Ville de Chartres - Service Archéologie, 322 p.

**ECCO** (2003), *Code de déontologie : La profession de conservateur-restaurateur, code d'éthique et de formation*, Disponible sur : <https://ffcr.fr/files/pdf%20permanent/textes%20reference%20ecco.pdf>, consulté le 20/10/2022.

**Féau E., Le Dantec N.** (2013), *Vade-mecum de la conservation préventive*, Paris, C2RMF, 46 p.

**Hénaut L., Rouault A.-E.** (2016), « La professionnalisation de la conservation-restauration et ses limites : une analyse à deux voix », [en ligne], *In Situ. Revue des patrimoines*, 30. Disponible sur : <http://journals.openedition.org/insitu/13856>, consulté le 19/10/2022.

**Institut Canadien de Conservation (ICC)** (2007), « Mise en réserve des métaux », [en ligne], *Notes de l'ICC*, 9/2. Disponible sur *Mise en réserve des métaux – Notes de l'Institut canadien de conservation (ICC) 9/2 - Canada.ca*, consulté le 16/05/2023.

**ICOM** (1984) « *Le conservateur-restaurateur : une définition de la profession* », Comité pour la conservation, groupe de travail pour la formation en conservation-restauration, Disponible sur <https://ffcr.fr/files/pdf%20permanent/textes%20reference%20ecco.pdf>, consulté le 20/10/2022.

**Joly D.** (2014), « (Presque) 40 années d'archéologie de la ville de Chartres : historiographie de la recherche, de la gestion des collections et des actions de médiation scientifique », dans Jagu D. (dir.), *1989-2014, 25 ans d'activités*. Chartres, Comité archéologique d'Eure-et-Loir (CAEL), p. 201-214.

**Joly D.** (1980), « À propos d'archéologie urbaine... L'archéologie à Chartres », *Les Nouvelles de l'archéologie*, N° 2, p. 90-91.

**Maqueda M., Proust C., Touzeau J.** (2020), « La conservation-restauration au cœur de la problématique archéologique », *Les nouvelles de l'archéologie*, N° 162, p. 8-11.

**May R.** (2020), « Chapitre 2 : Les cinq vies d'un objet archéologique », dans Beretta M., Bromblet P., Calligaro T., Empereur J.-Y., Faucher T., Froment K., Gratuze B., Martinetto P., May R., Nenna M.-D., Pichot V., Rifa-Abou El Nil P., Vallet J.-M. and Walter P., *Chimie et Alexandrie dans l'Antiquité*, Les Ulis, EDP Sciences, p. 53-62.

**Médard F., Portat E., Bazin B.** (à paraître en 2023), *Mise en évidence d'un bonnet décoré de lamelles d'or dans la sépulture d'un nourrisson mérovingien de l'église Saint-Martin-au-Val (Chartres 28). Restitution par l'analyse des restes organiques textiles et par l'archéo-thanatologie*. Actes des 41<sup>e</sup> Journées Internationales de l'Association française d'archéologie mérovingienne.

**Meyer N., Relier C.** (1989), *Conservation des sites et du mobilier archéologique : principes et méthodes*, actes des Journées archéologiques d'Île-de-France organisées par la DRAC, la MST CRBC de Paris 1, l'UASD (UASD, Saint-Denis, 13 mai 1987), Paris, Unesco, 120 p.

**Michel C.** (2003), « Les objets découverts dans les fouilles archéologiques : que faire ou ne pas faire? ... », *La gazette du laboratoire de conservation-restauration*, N°3, Lausanne, Musée cantonal d'archéologie et d'histoire, 41 p.

**Païn S.** (2015a), « Le mobilier archéologique métallique dans un chantier des collections », dans Clerbois S. (dir.), *La conservation-restauration des métaux archéologiques : des premiers soins à la conservation durable*, Namur, Institut du Patrimoine wallon, p. 127-131.

**Païn S.** (2015b), *Manuel de gestion du mobilier archéologique : méthodologie et pratiques*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, (coll. Documents d'archéologie française, 109), 238 p.

**Proust C.** (2017), *L'archéologie à l'atelier*, Paris, Ed. Hermann, 228 p.

**Regnault A.** (2019), *Étude des méthodes de conservation du mobilier archéologique en alliage ferreux. Du chantier de fouille aux réserves*, mémoire pour l'obtention du Bachelor of Arts HES-SO en Conservation, Objets archéologiques et ethnographiques, année académique 2018-2019, Haute Ecole ARC Conservation-Restauration, Neuchâtel, 87 p.

**Rimmer M., Thickett D., Watkinson D., Ganiaris H.** (2013), *Guidelines for the storage and display of archaeological metalwork*, Swindon, English Heritage, 29 p.

**Schnapp A.** (1993), *La conquête du passé. Aux origines de l'archéologie*, Paris, Ed. Carré. (Coll. Références-Le Livre de Poche), 512 p.

**Scott D.A.** (1990), « Bronze disease : a review of some chemical problems and the role of relative humidity », *Journal of the American Institute for conservation*, N° 29/2, p. 193-206.

**Scott D.A., Eggert G.** (2009), *Iron and steel in art : corrosion, colorants, conservation*, London, Archetype Publications Ltd, 196 p.

**Seifert J.** (2018), « On the definition of conservator and public perception » [en ligne]. Disponible sur : <<https://cusharejournal.wordpress.com/2018/10/05/on-the-definition-of-conservator-and-public-perception/>>, consultée le 20/10/2022.

**Wavelet D., Delhoofs H., Ben Kaddour C., Hérouin S.** (2008), *Une occupation rurale, gallo-romaine et mérovingienne. Une nécropole mérovingienne. Le Radray. Gellainville (Eure-et-Loir - Centre), Rapport de fouilles archéologiques*, Ville de Chartres, Service archéologie, 265 p.

## Les auteurs

**Charlotte Hannotte** Responsable de l'unité conservation, conservatrice-restauratrice de biens archéologiques mobiliers, [charlotte.hannotte@agglo-ville.chartres.fr](mailto:charlotte.hannotte@agglo-ville.chartres.fr)

**Marjorie Maqueda** Conservatrice-restauratrice de biens archéologiques mobiliers, [marjorie.maqueda@agglo-ville.chartres.fr](mailto:marjorie.maqueda@agglo-ville.chartres.fr)

**Mathias Dupuis** Directeur de l'Archéologie, [mathias.dupuis@agglo-ville.chartres.fr](mailto:mathias.dupuis@agglo-ville.chartres.fr)

Direction de l'archéologie de Chartres métropole, Abbayes Saint-Brice, 2 rue Georges Brassens, 28000 Chartres