

**Zeitschrift:** Cahiers d'archéologie fribourgeoise = Freiburger Hefte für Archäologie  
**Herausgeber:** Service archéologique de l'État de Fribourg  
**Band:** 20 (2018)

**Artikel:** Conservation-restauration de plaques-boucles damasquinées :  
l'exemple du mobilier de Courtepin  
**Autor:** Lagger, Florence / Scholl, Marie-Jeanne  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-825774>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Florence Lager  
Marie-Jeanne Scholl

## Conservation-restauration de plaques-boucles damasquinées. L'exemple du mobilier de Courtepierre

Dans la pratique de son métier, le conservateur-restaurateur peut être amené à restaurer des objets particulièrement exceptionnels. Entre étude archéologique, documentation et traitements, les garnitures de ceinture décorées représentent un défi pluridisciplinaire à relever.

Die Ausübung seines Berufes bringt es mit sich, dass der Konservator-Restaurator auch mit der Restaurierung aussergewöhnlicher Fundobjekte betraut wird. Die Beschäftigung mit verzierten Gürtelgarnituren, die archäologische Untersuchung, Dokumentation und restauratorische Behandlung umfasst, stellt eine besondere interdisziplinäre Herausforderung dar.



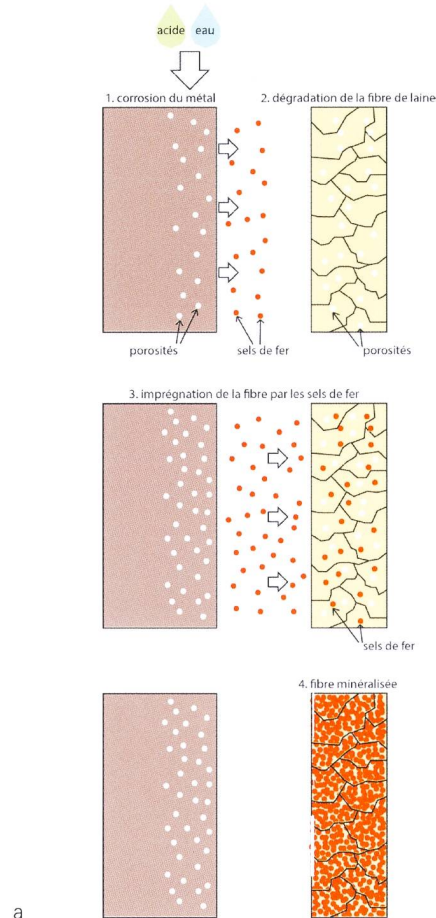


La conservation-restauration du mobilier métallique est un processus qui débute dès la fouille. En effet, les vestiges qui ont séjourné pendant une longue période dans un milieu agressif pour le métal sont très fragiles, puisque le matériau est altéré par la corrosion. Les conservateurs-restaurateurs doivent donc superviser leur prélèvement et leur transport du terrain jusqu'au laboratoire, afin de pouvoir les préserver et les préparer au mieux pour un traitement de restauration. Le but est à la fois de récupérer un maximum d'informations archéologiques utiles pour l'étude, mais aussi de stabiliser les objets aux niveaux physique et chimique, afin de pouvoir les conserver à long terme pour les générations futures.

Les garnitures de ceinture représentent un cas particulièrement complexe, car d'une part elles peuvent se composer de plusieurs types de métaux (base en fer et décors damasquinés en argent et/ou laiton), mais aussi de matériaux de nature différente (éléments organiques tels que textile, cuir ou bois). Les sensibilités de chacun de ces matériaux varient en raison de leur structure chimique. D'autre part, on observe un phénomène de «minéralisation» des matières organiques qui a pu avoir lieu en raison d'un contact étroit entre ces dernières et le métal. Il s'agit d'un phénomène rare sachant que les matières organiques sont habituellement décomposées suite à leur enfouissement dans le sol. La minéralisation est un processus durant lequel les fibres du matériau en question sont progressivement imprégnées, voire remplacées par des sels de fer, provenant de la corrosion de l'objet métallique (fig. 1)<sup>1</sup>. Ce phénomène, proche de celui de la fossilisation, permet ainsi la conservation des caractéristiques morphologiques des fibres et donc des informations archéologiques qui y sont liées. La plupart du temps, on a une empreinte positive des fibres, comme c'est le cas pour les plaques-boucles. L'aspect de ces fibres peut être proche du matériau d'origine, sauf pour la teinte qui vire entre l'orange et le brun. Toutefois au niveau chimique, il ne s'agit plus de cuir, de bois ou de textile<sup>2</sup>.

La restauration des garnitures de Courtepin<sup>3</sup> s'est déroulée en plusieurs étapes. Elle a nécessité une étroite collaboration entre les archéologues, les conservatrices-restauratrices, la spécialiste des textiles minéralisés, le photographe

et les graphistes. Celle-ci s'est étendue sur plus d'une année, entre les mois de juin 2015 et de novembre 2016.



**Fig. 1** Minéralisation de fibres: a) schéma du processus de minéralisation d'une fibre de laine; b) fibres de laine minéralisées d'une plaque-boucle de Courtepin sous loupe binoculaire (CTP-FD 2015-178/1038-2)

## Pré-traitement des plaques-boucles avant déchloration

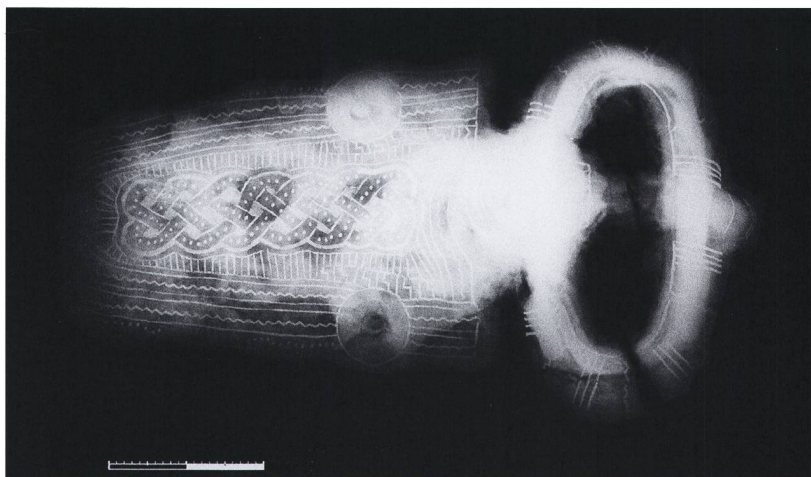
Dès leur découverte à la fin mai 2015, les garnitures de ceinture de Courtepin ont été photographiées, puis prélevées sous la supervision d'une conservatrice-restauratrice. Elles ont ainsi

<sup>1</sup> Voir Scholl 2015.

<sup>2</sup> Voir Fischer 1997.

<sup>3</sup> Pour le catalogue des garnitures de Courtepin/Fin Dessus, voir l'article de F. McCullough dans ce volume.





**Fig. 2** Radiographie de l'une des plaques-boucles de Courtepén (CTP-FD 2015-178/1038-2)

pu être prises en charge directement par le laboratoire. En premier lieu, la terre meuble encore humide a été éliminée au scalpel. Ensuite, un dégagement par micro-sablage à très faible pression (projection d'un abrasif à l'aide d'air comprimé au travers d'une buse très fine) a été effectué. En effet, la gangue de corrosion du fer était très épaisse et dure et ce type de dégagement mécanique est très efficace pour dégager la surface d'origine. Cette opération a permis de confirmer la présence de textiles et de cuirs minéralisés. À ce stade, il était impossible de poursuivre le dégagement sans provoquer la perte de ces précieux restes organiques. Or, ces derniers empêchaient de voir les éventuels décors des plaques-boucles. La radiographie aux rayons X, méthode d'investigation non

invasive et non destructive, est une méthode parfaite pour révéler des décors damasquinés. Les fils d'argent absorbant les rayons X différemment du fer, ils apparaissent parfaitement blancs sur les images (fig. 2). Les garnitures de ceinture ont donc été radiographiées au laboratoire de conservation-restauration du Service archéologique de Berne, en octobre 2015, ce qui nous a révélé leur décor damasquiné. Dans l'attente de l'étude des textiles et des restes de cuirs minéralisés par la spécialiste, les plaques-boucles ont été conditionnées dans des boîtes hermétiques contenant un absorbeur d'humidité (sachets de gel de silice), dans un local climatisé, afin de réduire les risques de corrosion. Elles y sont restées jusqu'au mois de mai de l'année suivante. Lors du passage de la spécialiste de l'étude des textiles, certaines zones ont été dégagées de manière plus poussée, à l'aide d'une aiguille imbibée d'éthanol et sous binoculaire, afin de mieux comprendre leur superposition. Un traitement de déchloration a ensuite été mis en place.

### Stabilisation des plaques-boucles: déchloration par bains alcalins

Les objets archéologiques métalliques, plus particulièrement les objets en fer, sont dans un état instable permanent, car ils tendent à retourner

**Fig. 3** Exemple de corrosion active sur une plaque dorsale damasquinée de Grossgurmels/Dürrenberg (GU-DÜ 1983-96/324)



à leur état de minéral, plus stable au niveau chimique. C'est pour cela qu'ils se corrodent. L'importance de ce phénomène varie beaucoup en fonction du milieu dans lequel le métal se trouve enfoui. La mise au jour de tels objets entraîne des changements brusques (évaporation de l'eau, apport d'oxygène), pouvant mener à une reprise accélérée de la corrosion du métal en présence d'humidité, même à un très faible pourcentage. Ceci est dû au fait que l'objet peut être contaminé par des sels (chlorures) enfermés dans sa structure, qui jouent le rôle de déclencheurs de cette nouvelle corrosion. Cette dernière peut être particulièrement destructrice car il en résulte un écaillage de l'objet qui ne s'arrête jamais tant que les conditions propices sont réunies (fig. 3).

Il n'était pas possible de savoir si les garnitures de Courtepin possédaient des sels avant d'en apercevoir les premiers signes. Mais cela aurait signifié qu'il était déjà trop tard. Selon le principe du «mieux vaut prévenir que guérir», une méthode de stabilisation a donc été mise en place rapidement. Cette problématique était liée directement à la conservation des restes organiques, car une reprise du processus de corrosion, en créant des fissures au sein du métal, aurait engendré un risque de perte non seulement de la partie en fer, mais de l'ensemble de l'objet composite.

La méthode de déchloruration par immersion dans des bains alcalins a été choisie. Elle

consiste en l'extraction des sels emprisonnés au sein de l'objet par un phénomène de diffusion au travers des fissures et des porosités. Elle a ainsi pour but de rendre moins réactif le fer archéologique instable afin de pouvoir mieux le conserver à long terme sans les contraintes liées au stockage sec, à savoir un climat contrôlé avec une humidité extrêmement basse<sup>4</sup>.

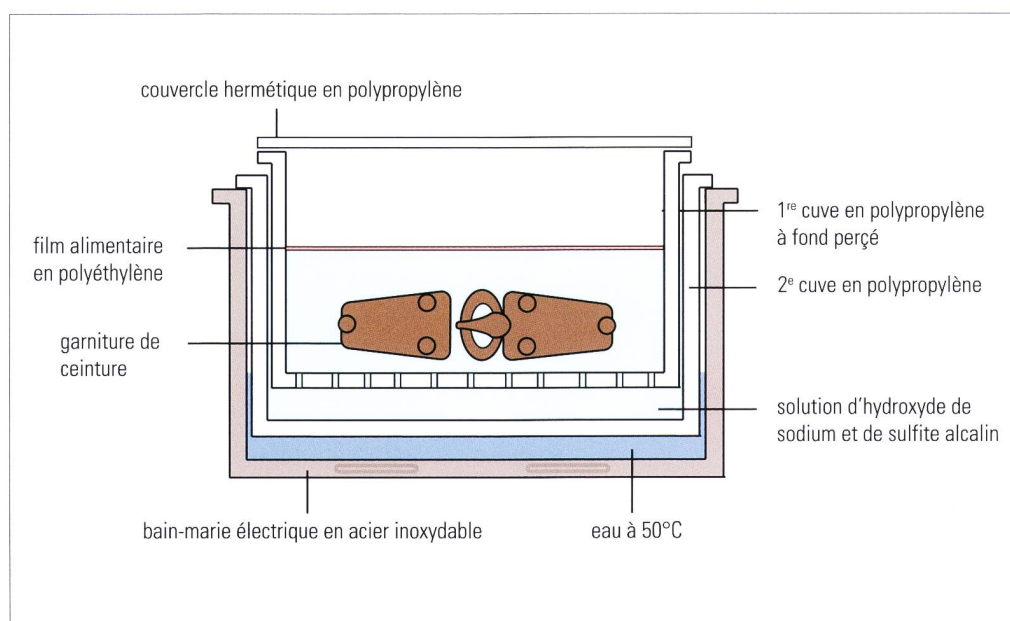
## Consolidation et protection des restes organiques minéralisés

Pour limiter les risques liés à l'immersion des restes organiques dans la solution alcaline, qui peut être relativement agressive, ils ont été protégés à l'aide de cyclododécane, permettant à la fois de les consolider et de les isoler de la solution le temps du bain. Ce consolidant a l'avantage de se sublimer ensuite à l'air libre<sup>5</sup> sans qu'il faille le retirer mécaniquement.

## Composition du bain

Les bains sont composés d'hydroxyde de sodium et de sulfite alcalin dissous dans de l'eau déminéralisée à une concentration déterminée. L'alcalinité de l'hydroxyde de sodium (pH 13-14) permet de conserver le métal dans un milieu passivant et de faire passer les sels en solution, tandis que le sulfite alcalin permet d'enlever

**Fig. 4** Schéma d'une cuve de déchloruration



<sup>4</sup> Voir Watkinson *et al.* 2013, 407-433.

<sup>5</sup> Il passe de l'état solide à l'état gazeux sans passer par la phase liquide.



l'oxygène de l'eau, ce qui réduit fortement le risque de corrosion.

La quantité de solution requise dépend de la masse de fer à déchlorurer. On compte au minimum 1 l de solution pour 200 g de fer. Les plaques-boucles ont donc été triées par poids et par taille afin de sélectionner des contenants adaptés. Habituellement, les objets sont conditionnés dans des sachets individuels (notamment lors de grandes quantités), mais dans le cas présent, les plaques-boucles ont été immergées telles quelles afin de garder un meilleur contrôle visuel. Le système consistait en deux bacs en polypropylène superposés, dont le premier, troué en son fond, permettait de manipuler un lot d'objets sans avoir à les prendre avec les mains lors du changement de bain. La solution a été chauffée au bain-marie à 50°C pour accélérer le processus (fig. 4).

changement de bain, à savoir toutes les trois semaines). Deux méthodes sont utilisées: le test au nitrate d'argent et la titration selon Merck®. Il s'agit de tests basés sur des réactions chimiques permettant d'obtenir un résultat visuel (changement de couleur de l'échantillon du bain) indiquant, de manière plus ou moins précise, la quantité de chlorures en solution. Les résultats ainsi obtenus conditionnent la suite du processus: à partir d'un certain seuil de chlorures extraits, les objets peuvent être retirés des bains. Les objets sont ensuite rincés par bains successifs d'eau déminéralisée puis séchés au four à 70°C pendant deux heures. Ils sont alors prêts pour leur restauration à proprement parler.

Dans le cas des plaques-boucles de Courtepin, des sels ont été détectés, ce qui a nécessité plusieurs bains. Le traitement de déchloruration a duré, selon les ensembles, entre onze et quatorze semaines.

### Durée du bain

La durée totale d'un traitement de déchloruration dépend de la quantité de chlorures libérés par les objets. C'est pourquoi une mesure des chlorures est réalisée périodiquement à partir d'échantillons prélevés dans le bain (à chaque

### Restauration et conservation préventive

Les objets déchlorurés sont souvent plus fragiles au sortir du bain, car une partie de leur structure s'est modifiée et a engendré une po-

Fig. 5 Détails des fils d'argent sous loupe binoculaire (CTP-FD 2015-178/1022-2)





rosité plus importante. Le dégagement de la surface d'origine des objets en fer est réalisé à l'aide du microsablage. Cette technique est efficace pour retrouver les décors damasquinés en argent et en laiton, mais elle comporte aussi des risques: les fils de la damasquinure, très fins, peuvent se détacher et être perdus (fig. 5). En effet, la corrosion peut parfois non seulement déformer le fer, mais aussi créer des vides dans sa structure, laissant les fils de la damasquinure sans aucun support cohésif. Des consolidations ponctuelles sont donc nécessaires avant et durant le dégagement des plaques-boucles. Celles-ci sont réalisées avec une résine époxy teintée, que l'on peut infiltrer à l'aide d'une épingle dans les fissures et sous les fils d'argent. Cela permet de garder la cohésion de l'objet et d'éviter la perte des décors. Les éventuels éléments fragmentés suite aux bains sont également collés avec cette méthode.

Les restes organiques ont de manière générale plutôt bien résisté au bain. Cela signifie que ceux-ci étaient très fortement minéralisés par le métal. Toutefois, la dissolution des restes de terre présents dans leur structure a engendré une perte de cohésion de l'ensemble et donc, des fragmentations. D'où l'importance de la documentation avant traitement. De plus, tous les restes organiques n'ont pas pu être préservés, car ils empêchaient parfois la visibilité de la surface du métal et de la forme de l'objet. Il a donc été décidé, conjointement avec l'archéologue responsable de l'étude, de préserver une partie de ces vestiges (les mieux conservés), afin de garder un «témoin» de leur trace (fig. 6). Durant le microsablage, ces derniers ont été protégés à l'aide d'un consolidant acrylique (Paraloid®B44)<sup>6</sup> ou une nouvelle fois avec du cyclododécane. La fragilité du métal sous-jacent a également joué un rôle dans le choix de dégager ou non certaines parties de l'objet.

Enfin, une fine couche de Paraloid®B44 a été appliquée sur les garnitures en guise de protection. Pour limiter au maximum les risques de corrosion, les objets sont par la suite conservés en atmosphère sèche, à savoir dans des boîtes contenant du gel de silice. Leur conditionnement a été fabriqué sur mesure, à l'aide de mousses de calage destinées à les protéger d'éventuels chocs en cas de matériaux inertes au niveau chimique, sachant que les métaux



Fig. 6 Plaque-boucle en cours de microsablage



Fig. 7 Conditionnement final de la garniture de ceinture de la tombe 24 de Courtepin/Fin-Dessus

sont réactifs aux matériaux acides comme les cartons, certaines colles, etc. (fig. 7) Une autre précaution, et non des moindres, concerne la manipulation de ces objets: ceux-ci ne doivent être maniés qu'avec des gants, afin de ne pas

6 Résine acrylique à base de méthyle-méthacrylate.





**Fig. 8** Garniture de ceinture de la tombe T20 de Courtepin/Fin Dessus; a) avant traitement de conservation-restauration; b) après traitement de conservation-restauration

apporter l'humidité ou encore les sels, également corrosifs, qui se trouvent naturellement sur les mains.

Ce n'est qu'une fois le matériel métallique de Courtepin restauré qu'une documentation complète (photographie, photogrammétrie, dessin) a pu être réalisée en vue d'une étude archéologique approfondie (fig. 8).

## Conclusion et discussion

Plusieurs nécropoles ont été fouillées dans le canton de Fribourg ces dernières années et ont livrés des plaques-boucles qui ont nécessité des travaux de restauration. Cela constitue à chaque fois un défi pour le conservateur-restaurateur car les problématiques de conservation sont différentes pour chaque pièce. En effet, le milieu d'enfouissement ainsi que les conditions de fouille et de prélèvement ont une influence sur l'état de fragilité des artefacts archéologiques. Le travail de restauration doit donc être adapté dans chaque cas. Les garnitures de ceinture de Courtepin ont pu être restaurées avant l'apparition de signes de corrosion active grâce à leur prise en charge rapide, ce qui n'a pas été le cas pour toutes les découvertes plus anciennes.

Toutefois, quelques points auraient pu être améliorés pour la préservation des restes organiques. En effet, ceux-ci ne sont pas toujours entièrement minéralisés et ont besoin d'un environnement particulier pour être préservés, pour éviter leur assèchement. Le meilleur moyen pour y parvenir, sans mettre en péril le métal, est de conserver ces artefacts au réfrigérateur jusqu'au début de l'étude des restes organiques. Cette méthode, déjà utilisée dans de nombreux laboratoires, est désormais appliquée au Service archéologique de l'État de Fribourg. Enfin, pour des raisons de risques de perte de matière – et donc d'informations archéologiques – pendant les bains de déchloruration, la documentation photogrammétrique est dorénavant effectuée avant ce traitement de stabilisation.

Ce projet de conservation-restauration des garnitures de ceinture de Courtepin a constitué un travail de longue haleine. Il a pu être mené à bien grâce à une étroite collaboration pluridisciplinaire qui a facilité le bon déroulement des traitements et qui a contribué à la sauvegarde d'un matériel archéologique de grande valeur.



## Résumé / Zusammenfassung

Plusieurs nécropoles fouillées dans le canton de Fribourg ces dernières années ont livré des garnitures de ceinture qui nécessitaient des travaux de restauration. Le cas des garnitures de ceinture est particulièrement complexe, car celles-ci peuvent comporter à la fois plusieurs types de métaux (base en fer et décors damasquinés en argent et/ou laiton), mais aussi des matériaux de nature différente (éléments organiques tels que textile, cuir et bois). La restauration des plaques-boucles du site de Courtepin, qui s'est déroulée sur plus d'une année en plusieurs étapes, illustre un tel cas.

Après un premier dégagement mécanique en laboratoire, des restes organiques ont été détectés dans les couches de corrosion recouvrant la surface des objets. A ce stade, le traitement a été interrompu afin de pouvoir documenter et étudier les matériaux organiques de manière approfondie. Des radiographies ont été effectuées afin de révéler d'éventuels décors damasquinés et d'évaluer l'état de conservation du métal.

Ces plaques-boucles, comme tout fer archéologique, sont susceptibles d'être contaminées par des sels corrosifs menaçant leur intégrité. Elles ont donc nécessité une stabilisation chimique, qu'il a fallu adapter aux restes organiques décelés. Une fois stabilisé, le mobilier a pu être restauré, par la méthode du microsablage fin sous binoculaire.

Ce projet de conservation-restauration de longue haleine a nécessité une collaboration entre différents intervenants (archéologues, conservateurs-restaurateurs, spécialiste des textiles minéralisés, photographe et graphistes). Il a contribué à perfectionner la mise en place de traitements de sauvegarde d'un matériel archéologique de grande valeur.

In den letzten Jahren kamen gleich in mehreren Nekropolen des Kantons Freiburg Gürtelgarnituren zu Tage, die eine restauratorische Behandlung bedurften. Diese gestaltet sich im Falle der Gürtelgarnituren als besonders komplex. Zum einen bestehen die Gürtelbestandteile oft aus mehreren Metallarten (Eisen mit in Silber und/oder Messing tauschierten Dekors), zum anderen können sie noch Elemente aus anderen Materialien aufweisen (organische Stoffe wie Textilien, Leder und Holz). Die Restaurierung von Gürtelschnallen aus Courtepin, die sich über mehr als ein Jahr erstreckte, stellt ein solches Beispiel dar.

Nach der ersten mechanischen Freilegung der Fundgegenstände im Restaurierungslabor kamen in den oberflächigen Korrosionsschichten organische Reste zum Vorschein. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Behandlung unterbrochen, um das organische Material zu dokumentieren und genau zu untersuchen. Radiografien dienten nicht nur dazu, mögliche Tauschierungen sichtbar zu machen, sondern auch den Erhaltungszustand des Metalls zu überprüfen.

Die Gürtelschnallen, wie alle archäologischen Objekte aus Eisen, reagieren empfindlich auf Korrosionssalze. Sie mussten deshalb zunächst einer chemischen Stabilisierung unterzogen werden, die auf die organischen Reste abgestimmt war. Erst nach dieser Massnahme konnten die Fundstücke mittels Feinstrahlgerät unter dem Binokular restauriert werden.

Ein solch langwieriges Konservierungs-Restaurations-Projekt benötigt die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren (Archäologen, Konservatoren-Restauratoren, Spezialist für archäologische Textilien, Fotograf und Grafiker). Mit Sicherheit hat es aber dazu beigetragen, die Massnahmen zur Bewahrung eines solch wichtigen archäologischen Sachguts weiterzuentwickeln.