haute école
neuchâtel berne jura

arc conservation restauration
neuchâtel



Tableau-horloge à automates après intervention de conservation-restauration © HE-Arc CR, 2026.

DIPLÔMES 2026

Bachelor of Arts HES-SO en Conservation

Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

INTRODUCTION

Cette brochure présente les résumés des travaux de diplôme réalisés en 2026 dans le cadre du Bachelor of Arts HES-SO en Conservation et du Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration.

Menés au sein de diverses institutions patrimoniales, en Suisse comme à l'étranger, ces projets ont bénéficié de l'accompagnement des maîtres de stage et des conseils des mentors. Nous tenons à remercier chaleureusement les institutions d'accueil ainsi que l'ensemble des personnes ayant contribué à leur encadrement.

Choisis par les étudiant·e·s en fonction de leurs intérêts, les sujets abordés témoignent de la richesse et de la diversité des enjeux liés à la conservation du patrimoine. À travers des thématiques et des problématiques variées, ces travaux illustrent les multiples facettes de la profession et la pluralité des approches qui la caractérisent.

Nous vous souhaitons une belle découverte de ces projets et félicitons chaleureusement les diplômé·e·s pour leur engagement et le travail accompli.

Laura Brambilla, Directrice HE-Arc CR
Neuchâtel, octobre 2026

Les travaux de diplômes sont réalisés dans le cadre de stages effectués dans des institutions partenaires de la HE Arc Conservation-restauration.

Les diplômes ayant obtenus la note de 5 et plus, sont disponibles (dans la version originale non corrigée) en ligne sur www.sonar.ch.

POUR EN SAVOIR PLUS

Haute Ecole Arc
Conservation-restauration

Campus Arc 2
Espace de l'Europe 11
2000 Neuchâtel
Suisse

+41 32 930 19 19
conservation-restauration@he-arc.ch
www.he-arc.ch/cr

Bachelor of Arts HES-SO en Conservation

BOCHATAY Eva Anna 6
Retrait d'une bronzine nitrocellulosique sur cuir doré :
Mise au point d'une méthode semi-sélective intégrant une émulsion de Pickering, et rélfexion sur l'applicabilité de méthodes aqueuse à d'autres contexte
Château de Granson, Grandson – Suisse

FRÖHLICH Bruno 7
Reconstituer l'histoire des interventions :
Biographie matérielle d'une pendule à orgue attribuée à Pierre Jaquet-Droz
Historisches Museum Basel, Bâle – Suisse

GAUSI Jenny (poster non fourni)
Mise en place d'un programme de gestion intégrée contre les insectes ravageurs au musée régional du Val-de-Travers
Musée régional du Val-de-Travers, Môtiers – Suisse

LECLUYSE-LOISEAU Faustine 8
Projet de plan de sauvetage de collections pour les Archives de la Ville de Monthey
Archives de la Ville de Monthey – Suisse

RAIS Sydney 9
Protocole de reconditionnement de la collection de cuir romain du site de Vindonissa et son application sur une sélection de fragments
Service Archéologique du canton d'Argovie, Brugg – Suisse

RENOU Zélie 10
Optimisation de la stratégie de lutte intégrée contre les ravageurs au sein des réserves du Musée du quai Branly - Jacques Chirac
Musée du quai Branly - Jacques Chirac, Paris – France

ROHRBACH Emma 11
Évaluation et proposition d'amélioration des conditions de stockage des collections de céramiques historiques du Centre des collections de Nyon
Centre des collections des Musées de Nyon, Nyon – Suisse

Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration

DUMON Alice 12
Entre art et mécanique :
Conservation-restauration d'un tableau-horloge à automates (XIX^{e})
Musée international d'horlogerie, La Chaux-de-Fonds – Suisse

FAVRE Julien 13
Des compromis dans la restauration de ferronnerie d'art en extérieur :
Le cas de la projection thermique en zinc
EPFL, Lausanne – Suisse

GRUA Louis 14
La lubrification des objets scientifiques et techniques à fonctionnement occasionnel :
Mise en œuvre sur un calculateur mécanique pour appareil de commande de canons antiaériens de la Fondation HAM (Suisse)
Fondation HAM, Thoune – Suisse

PIN Judith 15
Traitement de conservation d'objets métalliques archéologiques provenant de la région de Sfax – Tunisie :
Miroir cuivreux et déco doré - *Defixiones en plomb*
HE-Arc conservation-restauration, Neuchâtel – Neuchâtel

PLESU Lorena 16
Étude et réintégration visuelle des différentes lacunes des surfaces dorées d'une paire de reliquaires en bois polychrome du XVII^{e} siècle :
Mobilier religieux provenant du Couvent des Ursulines de Fribourg, apparteant au Musée d'Art et Histoire de Fribourg (MAHF)
Musée d'art et d'histoire (MAHF) de Fribourg, Fribourg – Suisse

ROBERT Louise 17
Étude et restauration d'une boîte à musique du musée d'histoire de La Chaux-de-Fonds
Musée d'histoire de La Chaux-de-Fonds, La Chaux-de-Fonds – Suisse

ROUX Marine 18
A study of mineralised organic remains on metal objects from Feldkirchen (4th century AC) and their impact on metal conservation
Archäologische Staatssammlung, Munich, Munich – Germany

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Bachelor-Thesis en Conservation

RÉDACTION ET MISE EN PLACE D'UN PROTOCOLE DE GESTION ET DE LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES RAVAGEURS POUR LA RÉSERVE ET LES SALLES D'EXPOSITIONS DU CHÂTEAU DE GRANDSON



Fig. 1 : Deux spécimens adultes d'Anthrène des tapis capturés dont les larves sont kératophages. Taille 3mm. © HE-Arc CR, Bochatay Eva Anna, 2026.



Fig. 2 : Piège positionné sous une stalle en bois dans une salle d'exposition. © HE-Arc CR, Bochatay Eva Anna, 2026.



Fig. 3 : Un spécimen de vrillette du pain capturé dont les larves sont polyphages. Taille 3mm. © HE-Arc CR, Bochatay Eva Anna, 2026.

Présenté par **BOCHATAY Eva Anna**
Bachelor of Arts HES-SO en Conservation
Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques
Responsable de stage : DELUZ Vincent, conservateur, responsable du Centre de l'Arbalète au Château de Grandson, Fondation du Château de Grandson, Grandson
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

Les insectes ravageurs présentent un risque important pour les collections en matériaux organiques, car ils peuvent les détruire en les consommant. Afin de réduire ce risque et de protéger au mieux les collections, un programme de lutte et de gestion intégrée des ravageurs peut être mis en place. Ses buts sont, d'une part, de prévenir une infestation de ravageurs, en limitant et en contrôlant les sources de nourriture, les potentiels habitats (lieu et climat) ainsi que les voies d'accès au sein du bâtiment et, d''autre part, de détecter la présence d'une infestation afin de limiter au maximum ses dommages.

La problématique de ce travail était donc l'élaboration d'un plan de lutte et de gestion intégrée des ravageurs complet pour le Château de Grandson. Ce plan devait être simple et compréhensible afin de pouvoir être mis en place et être géré en autonomie par le personnel du musée, non spécialisé en conservation.

Pour mener cela à bien, une campagne de piégeage a été menée pour identifier et quantifier les espèces présentes. Parallèlement, six protocoles et trois recommandations ont été rédigés. Ils expliquent et présentent les différentes procédures à mettre en place au sein de l'institution pour surveiller et limiter la présence des ravageurs.

LES COLLECTIONS

Les collections abritées sont principalement du mobilier historique, des archives, des tapisseries, des trophées d'animaux naturalisés, ainsi que prochainement des arbalètes. Les matériaux à risques sont donc le bois, le papier, le cuir, les fibres végétales et animales.

LES CAMPAGNES DE PIÉGEAGE

Plusieurs campagnes de piégeage ont été menées d'avril à août 2026 dans quatre salles pour déterminer le bruit de fond présent. Quelques spécimens d'espèces ravageuses ont été capturés. Les conditions environnementales des locaux (empoussièrement, non-hermétiticité à l'extérieur) expliquent leur présence. Celle-ci ne semble pas problématique à l'heure actuelle puisque peu de spécimens ont été capturés et aucun dommages n'ont été observés sur les collections. Cependant, elle doit être surveillée pour pouvoir détecter un potentiel départ d'infestation. Grâce à ces campagnes de piégeage des recommandations en fonction des résultats ont été rédigées. Un nettoyage des locaux empoussiérés a été préconisé. La poursuite de la campagne de piégeage ainsi que l'installation de tapis collant dans la réserve ont été recommandé.

Deux outils informatiques, sous la forme de base de données Excel, ont également été créés. La première recense et présente les espèces capturées (index), la seconde permet de comptabiliser les spécimens capturées, puis de générer des graphiques pour pouvoir analyser et suivre l'évolution de leur présence dans le temps.

PROTOCOLES ET RECOMMANDATION

Des protocoles et recommandations ont également été rédigés afin de permettre à l'institution de mettre en place et de gérer en autonomie la lutte contre les ravageurs. Les protocoles traitent des sujets suivants : la mise en place et la gestion d'une campagne de piégeage, le contrôle des locaux et des collections, l'inspection des objets qui sont introduits dans les collections, la réalisation d'une quarantaine, l'entretien des locaux et le comportement à adopter en cas de détection d'une infestation. Les recommandations abordent les thématiques suivantes : la gestion du climat, la gestion des plantes et de la nourriture, ainsi que la communication d'un plan de gestion et de lutte intégrée des ravageurs au personnel de l'institution.

CONCLUSION

En conclusion, les objectifs de ce travail ont été atteints. Les espèces présentes ont été identifiées, en fonction de celles-ci des mesures ont été recommandées. Des outils permettant de mettre en place et de gérer en autonomie un plan de gestion et de lutte intégrée des ravageurs ont été crées et fournis à l'institution.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Bachelor-Thesis en Conservation

RECONSTITUER L'HISTOIRE DES INTERVENTIONS :

Biographie matérielle d'une pendule à orgue attribuée à Pierre Jaquet-Droz, Historisches Museum Basel



Fig. 1 : Pendule à orgue HMB 1982.1134, vue d'ensemble.
© HE-Arc CR, Fröhlich Bruno, 2026.

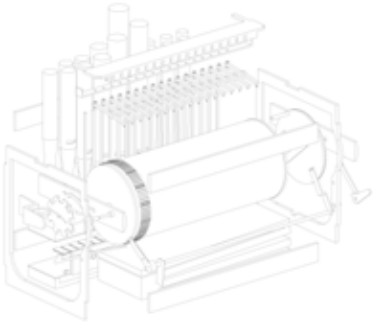


Fig. 2 : Vue éclatée du mécanisme de l'orgue. © Kraus Stefan, 2026.

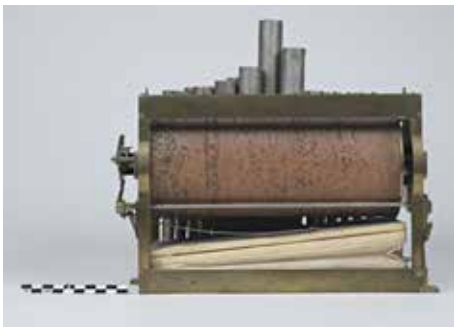


Fig. 3 : Mécanisme d'orgue, vue du côté du cylindre à picots et du soufflet.
© HE-Arc CR, Fröhlich Bruno, 2026.

Présenté par **FRÖHLICH Bruno**
Bachelor of Arts HES-SO en Conservation
Orientation : Objets scientifiques, techniques et horlogers
Responsable de stage : MEIER Janine, responsable de la conservation, Historisches Museum Basel, Bâle
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

La pendule à orgue HMB 1982.1134 du Historisches Museum Basel réunit dans une même caisse un mouvement d'horlogerie, une sonnerie et un mécanisme d'orgue à dix-sept tuyaux. Le catalogue d'Ackermann (1984) la date des environs de 1780 et l'attribue à Pierre Jaquet-Droz. Elle n'est pourtant pas signée, sa provenance avant la collection Nathan-Rupp est inconnue et aucune intervention n'est documentée avant son entrée au musée en 1982. L'objet devient donc lui-même la source. Suivant l'approche biographique de Bonnot (2015), ce travail lit réparations, remplacements et pertes de fonction comme des témoins de son histoire. Il aboutit à trois résultats. L'histoire de l'objet se divise en quatre phases, dont la plus longue ne repose sur aucune source écrite. L'attribution à l'atelier Jaquet-Droz est soutenue, celle à Pierre Jaquet-Droz lui-même ne peut être établie. Enfin, l'état fonctionnel déconseille une remise en service durable, mais permet des activations ponctuelles à des fins documentaires.

MÉTHODE

L'approche de Bonnot ne cherche pas un état original présumé. Elle s'attache aux bifurcations, aux ratés et aux blocages de l'objet. Le mouvement d'horlogerie et le rouage moteur de l'orgue ont été extraits sans être démontés (ECCO, art. 8).

Seul le mécanisme d'orgue a été désassemblé. Microscopie, examen sous UV-A, analyse par fluorescence X (XRF) et comparaison avec trois pendules de référence, dont deux signées, ont complété le relevé.

PHASES D'INTERVENTION

Phase 0 : fabrication vers 1780.

Phase 1 : interventions non documentées, de 1780 à 1982. La doublure, par exemple, a été remplacée. Décrite en 1984 comme « soie rose », elle évoque au microscope plutôt une viscose, datée de la seconde moitié du XX^{e} siècle. Des traces d'adhésif probablement époxyde ne seraient pas antérieures à la fin des années 1940.

Phase 2 : muséalisation, avec la collection Nathan-Rupp, l'entrée au HMB (1982) et le catalogue (1984).

Phase 3 : étude et conservation (2026). Le mécanisme d'orgue a été nettoyé, ses pivots huilés et deux cuirs décollés de bascules refixés. Ces interventions limitées ont permis de faire jouer l'orgue et d'enregistrer ses airs.

ATTRIBUTION

L'argument principal est une chaîne de comparaisons. La pendule HMB 1951.14, signée « P Jaquet Droz », partage la forme de caisse et l'ornementation d'une pendule proposée aux enchères chez Koller (2014, lot 1125), dont le mouvement correspond à celui de l'objet étudié. Les différences de facture entre les modules et deux alliages de laiton distincts relevés par XRF sont compatibles avec la division du travail de l'atelier et ses fournisseurs spécialisés. L'attribution à l'atelier est donc soutenue. En revanche, Pierre, Henri-Louis Jaquet-Droz ou une production commune ne peuvent être distingués.

ÉTAT FONCTIONNEL

Le mouvement et la sonnerie sont complets, mais leurs lubrifiants résinifiés empêchent un fonctionnement sûr. Testés individuellement, tous les tuyaux sonnent, mais le soufflet ne fournit assez de vent qu'actionné à la main. Sur les huit positions d'airs du cylindre, sept ont pu être enregistrées en 2026, contre six airs mentionnés par Ackermann en 1984. Chaque mise en marche use les pivots et sollicite le cuir déjà fragilisé du soufflet. Une remise en service durable est donc déconseillée, seules des activations ponctuelles et documentées restent envisageables.

PERSPECTIVES

Les enregistrements restent trop fragmentaires pour identifier les airs à l'écoute. L'étape suivante serait de numériser et décoder les picots du cylindre, puis de comparer les airs au répertoire de l'atelier, auquel Henri-Louis Jaquet-Droz a lui-même contribué. Ce rapprochement pourrait préciser l'attribution. La recherche de provenance et l'étude des livres d'atelier complètent ces pistes.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Bachelor-Thesis en Conservation

PROJET DE PLAN DE SAUVETAGE DE COLLECTIONS POUR LES ARCHIVES DE LA VILLE DE MONTHEY



Fig. 1 : Carte de la Suisse avec Monthey indiqué par un marqueur rouge.
© Données : Swisstopo.



Fig. 2 : Réserve des Archives de la Ville de Monthey.
© HE-Arc CR, Lecluyse-Loiseau Faustine, 2026.



Fig. 3 : Documents prioritaires rassemblés et signalisés.
© HE-Arc CR, Lecluyse-Loiseau Faustine, 2026.

Présenté par **LECLUYSE-LOISEAU Faustine**
Bachelor of Arts HES-SO en Conservation
Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques
Responsable de stage : KEUSEN Aline, archiviste,
Archives de la Ville de Monthey
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

Les Archives de la Ville de Monthey conservent des fonds du XIII^{e} siècle à nos jours qui comprennent des livres, des dossiers, ainsi que des plans, des photographies et des objets. Intégrées au sein de l'administration communale, les Archives ont déménagé en 2021 dans de nouveaux locaux modernes. Les Archives, qui souhaitaient mieux se préparer à l'éventualité d'un sinistre touchant leurs fonds, ont sollicité la HE-Arc dans le cadre du présent travail de Bachelor.

Deux objectifs ont été formulés :

- 1 : la création d'un projet de plan de sauvetage adapté aux Archives
- 2 : la proposition de mesures pour mettre en place le plan à court et long terme, et réduire la vulnérabilité des Archives.

À l'issue du travail, ces deux objectifs ont été atteints. Le plan de sauvetage des collections a été rendu, en dehors de quelques détails, complet et prêt à être examiné par les autorités compétentes. Pour répondre au second objectif, d'autres documents ont été produits. Une analyse des risques a été réalisée afin d'identifier les vulnérabilités des Archives. Des documents techniques, dont des plans de locaux, ont également été produits. L'ensemble des mesures recommandées pour l'implantation du plan de sauvetage, dont celles issues de l'analyse des risques, ont été rassemblées dans un document unique

PLAN DE SAUVETAGE

Le plan de sauvetage est un document qui est déclenché en cas de sinistre touchant une institution culturelle. En effet, les sinistres et autres situations d'urgence peuvent causer des dommages importants aux biens culturels, entraînant des coûts importants et parfois la perte totale des biens. Le plan de sauvetage, préparé à l'avance, détermine l'équipe responsable de la gestion du sinistre (cellule de crise) et donne des outils pour prendre en charge le plus efficacement possible les biens culturels. Le plan de sauvetage créé dans le cadre de ce travail utilise le modèle publié en 2026 de l'Office fédéral de Protection de la Population. Le plan de sauvetage des Archives est concis et permet d'identifier facilement l'institution, la chaîne de déclenchement du plan et les rôles au sein de la cellule de crise. De plus, il lui fournit des informations essentielles comme la localisation des documents à évacuer en priorité, du matériel de sauvetage et des contacts utiles.

MESURES POUR LA MISE EN PLACE DU PLAN

Les mesures proposées pour la mise en place du plan sont applicables à court et long terme. À court terme, elles sont principalement focalisées sur la validation du plan par les autorités et la création d'un stock de matériel réservé aux crises. À long terme, elles proposent aussi une extension de la politique de préparation et de prévention des Archives au-delà du document « plan de sauvetage ». Pour diminuer la vulnérabilité, les mesures de diminution des risques mises en lumière sont l'amélioration des systèmes d'alarme en cas d'humidité élevée ou d'infiltration d'eau. Pour améliorer l'efficacité du plan de sauvetage dans le temps, la réalisation de formations et d'exercices ainsi que la mise à jour annuelle du plan sont proposées. Par ailleurs, une réflexion sur l'identification des documents prioritaires a été menée pendant le stage. Ces documents, particulièrement importants pour la Commune, sont en cours de rassemblement et sont clairement indiqués par une signalisation au sein des locaux. D'autres documents, dont des plans des locaux retravaillés, ont été fournis aux Archives afin d'assurer la continuité du travail et de permettre la mise à jour du plan.

CONCLUSION

Ce travail a atteint ses objectifs. Il décrit le contexte actuel des Archives de la Ville de Monthey, et exploite ces informations afin de formuler le plan de sauvetage le plus adapté possible, ainsi que faire ressortir les risques touchant les Archives et proposer des mesures correctives pour ces derniers. Ce travail a plus généralement permis de créer, au cours de toutes les étapes, une meilleure conscience des besoins des Archives, tant au sein de ces dernières, de l'administration communale ou auprès des partenaires externes. Les documents produits sont une base sur laquelle de futurs travaux pourront s'appuyer.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Bachelor-Thesis en Conservation

PROTOCOLE DE RECONDITIONNEMENT DE LA COLLECTION DE CUIR ROMAIN DU SITE DE VINDONISSA ET SON APPLICATION SUR UNE SÉLECTION DE FRAGMENTS



Fig. 1 : Planche de la collection. © HE-Arc CR, Rais Sydney, 2026.

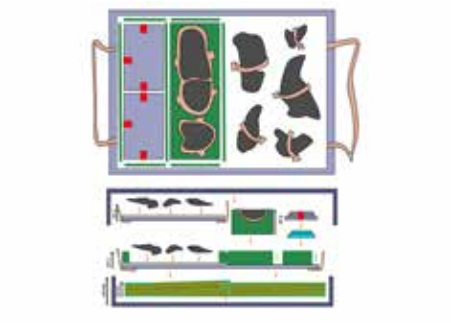


Fig. 2 : Schéma de reconditionnement de la collection. © HE-Arc CR, Rais Sydney, 2026.



Fig. 3 : Reconditionnement terminé. © HE-Arc C,R Rais Sydney, 2026.

Présenté par **RAIS Sydney**
Bachelor of Arts HES-SO en Conservation
Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques
Responsable de stage : KAHLAU Thomas, responsable du laboratoire de conservation-restauration, Service Archéologique du canton d'Argovie, Brugg
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

Le Service archéologique du canton d'Argovie comprend une collection de cuirs archéologiques de 3172 fragments répartis sur 487 planches en carton. Cette collection a été traitée en 1940 par M. Auguste Gansser ce qui a permis la conservation de la collection jusqu'à présent. Le conditionnement présente des problématiques majeures et impacte la conservation à long terme des fragments de cuir, la manipulation de la collection et son accessibilité. Le constat d'état a été réalisé via un système de points afin d'évaluer l'entièreté de la collection sur une courte période. Les résultats ont permis de classer la collection en fonction de l'état de dégradation, et ainsi définir le conditionnement nécessaire pour chaque groupe. À l'issue de ce travail, un protocole de reconditionnement a été créé et 6 planches de la collection ont été reconditionnées, afin d'évaluer le protocole et d'attester son efficacité. Le conditionnement a permis d'améliorer les conditions de conservation de la collection. Les fragments sont à l'abri de la lumière et de la poussière, l'impact des variations climatiques est amoindri. Les fragments peuvent être retirés de leur conditionnement d'origine afin d'être pleinement accessibles.

PROBLÉMATIQUE

Une première observation de la collection a permis de mettre en lumière les problématiques du système de conditionnement actuel. Les fragments sont disposés sur des planches en carton acide, fixés de manière définitive avec des systèmes invasifs. De plus, il n'y a pas d'accès visuel au revers des fragments. Les planches sont empilées dans des armoires à tiroirs, pouvant engendrer des frottements sur les fragments. Des informations importantes sur les cuirs sont inscrites au crayon directement sur le carton, rendant primordiale la conservation des planches. En raison de l'absence de système de régulation du climat, on observe des variations hygrométriques à l'année au sein de la réserve.

MÉTHODOLOGIE

D'importantes différences d'état de conservation des fragments sont observées. Le travail a débuté par une évaluation de l'état de conservation de l'entièreté de la collection. Un constat d'état, basé sur un système de points, a été créé pour permettre la réalisation d'un constat rapide et efficace de 3000 objets. À partir des résultats de ce constat et des typologies préexistantes au sein de la collection, 4 groupes de traitement ont été créés. Des méthodes de reconditionnement ont ensuite été imaginées et testées afin de réaliser le protocole de reconditionnement.

PROTOTYPE DE RECONDITIONNEMENT

En reprenant les contraintes et les problématiques de la collection, accompagnées des résultats du constat d'état, les prototypes de reconditionnement selon les 4 groupes de traitement ont pu être réfléchis. Les conditionnements reprennent plusieurs techniques observées dans différents musées suisses pour le conditionnement des collections archéologiques organiques. Les fragments seront dorénavant placés dans des boîtes en carton adaptées à la taille des tiroirs. Ces boîtes comprendront plusieurs étages. Des conditionnements spécifiques aux typologies de fragments établies ont été imaginés. Les fragments généraux, relativement plats et minces, sont disposés sur une planche protégée par une fine mousse de polyéthylène. Les semelles de chaussure sont conditionnées dans des blocs de mousse creusés au préalable. Finalement, les fragments importants, comprenant des informations précieuses, sont placés dans un cartable en carton permettant l'observation des deux faces sans manipuler directement les objets.

CONCLUSION

Le travail permet une revalorisation de la collection, tout en assurant l'accessibilité des fragments. Leurs conditions de conservation ont pu être améliorées grâce à de meilleurs systèmes de fixation, des protections contre les chocs et l'abrasion, des matériaux neutres et stables, ainsi qu'une protection contre les variations climatiques. Ce projet a permis la réalisation d'une évaluation complète de la collection, accompagnée d'une prise de photos et de la création d'un protocole de reconditionnement permettant le traitement de l'ensemble des fragments. À cela s'ajoute l'établissement d'un budget provisoire et le reconditionnement d'un tiroir de la collection comprenant 6 planches de fragments de cuir.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Bachelor-Thesis en Conservation

OPTIMISATION DE LA STRATÉGIE DE LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES RAVAGEURS AU SEIN DES RÉSERVES DU MUSÉE DU QUAI BRANLY - JACQUES CHIRAC



Fig. 1 : Spécimen de mite *Tineola bisselliella* retrouvé dans la réserve des instruments de musique. © HE-Arc CR, Renou Zélie, 2026.



Fig. 2 : Infestation de *Tinea pellionella* sur un objet présent en réserve. © Sauvagnargues Fabrice, 2024.



Fig. 3 : Mise en place de la nouvelle stratégie de piégeage à l'aide du nouveau plan de piégeage. © He-Arc CR, Renou Zélie, 2026.

Présenté par **RENOU Zélie**
Bachelor of Arts HES-SO en Conservation
Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques
Responsable de stage : SAUVAGNARGUES Fabrice, responsable de la conservation préventive, Musée du quai Branly – Jacques Chirac (MQB-JC), Paris
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

Ce mémoire porte sur l'optimisation de la lutte intégrée contre les insectes ravageurs dans les réserves du Musée du quai Branly - Jacques Chirac (MQB-JC). Les collections composées, en majorité, de matériaux organiques, sont particulièrement sensibles aux infestations. Malgré un plan de conservation global établi en 2013, certaines mesures étaient, avant l'étude, insuffisamment formalisées ou inadaptées aux pratiques actuelles. Une infestation importante survenue en 2024 a notamment révélé des lacunes dans la détection et le suivi des données, justifiant la nécessité d'une optimisation de la stratégie en place. Cette étude s'est concentrée sur 4 axes : empêcher l'entrée et le développement des ravageurs, la veille sanitaire, le piégeage et les traitements. Pour chacun, un état des lieux et des procédures adaptées ont été rédigés, accompagnés d'outils opérationnels. Un nouveau plan de piégeage, un fichier de relevé des pièges et un arbre décisionnel pour les traitements ont notamment été créés. Ces éléments ont été réunis dans un plan unique.Ce travail constitue une première base opérationnelle ; cependant, son déploiement, son évaluation à long terme et son extension à l'ensemble des espaces et des axes de la lutte contre les ravageurs restent nécessaires pour aboutir à une stratégie de lutte intégrée complète et durable.

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

Ce travail vise à optimiser la stratégie de lutte intégrée contre les ravageurs dans les réserves du MQB-JC, à partir d'un plan existant devenu partiellement opérationnel et insuffisamment appliqué. Afin de répondre à cette problématique, une 1ère phase de recherche bibliographique a été menée, suivie de huit semaines de stage in situ consacrées à l'observation des pratiques, à la collecte et à l'analyse des données, ainsi qu'à l'élaboration de procédures et d'outils opérationnels. L'étude porte exclusivement sur les insectes ravageurs et se concentre sur les 20 salles de réserves et les 7 salles dédiées à la gestion et au transit des objets.

RÉSULTATS

Quatre axes prioritaires de la lutte intégrée ont été étudiés.

- Empêcher l'intrusion et le développement des ravageurs : Des recommandations ont été formulées concernant la gestion des ouvertures, les sources de nourriture et le nettoyage des espaces, afin de limiter les conditions favorables aux infestations. Un arbre décisionnel a été élaboré, afin de guider le choix des traitements préventifs nécessaires pour les objets lors de leur entrée en réserve et de contribuer à désengorger les espaces d'attente avant traitement.
- Veille sanitaire : Les pratiques existantes ont été étudiées afin de proposer de nouvelles pistes de protocoles pour des veilles plus efficaces et adaptées.
- Piégeage : Une nouvelle stratégie de piégeage a été élaborée, associant des pièges à phéromones, des pièges collants sans attractif et des pièges lumineux. Un fichier de relevé a également été créé afin d'améliorer le suivi des populations dans les réserves.
- Traitements : Des protocoles de mise en quarantaine et de traitement par congélation ont été formulés afin d'harmoniser les pratiques et de faciliter leur mise en œuvre par les équipes concernées.

L'ensemble de ces éléments a été rassemblé dans un document intitulé « Plan de lutte intégrée contre les ravageurs au sein des réserves JB du musée du quai Branly – Jacques Chirac ».

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le travail réalisé répond aux objectifs de l'étude. Il permet de documenter les pratiques existantes, de proposer des procédures adaptées et de rassembler des mesures concrètes pour améliorer la lutte contre les insectes ravageurs dans les réserves JB. Les axes prioritaires ont ainsi été optimisés, mais certains aspects de la lutte intégrée restent à développer. La prochaine étape consistera à étendre le plan à l'ensemble des espaces et des axes de la lutte intégrée. Plusieurs développements seront nécessaires, notamment l'évaluation à long terme des protocoles de veille sanitaire, la prise en compte des contraintes énergétiques et climatiques, ainsi que le déploiement, le test et l'ajustement de la nouvelle stratégie de piégeage. Cette étude fournit une base structurée et opérationnelle, destinée à être complétée et ajustée au fil des années afin d'aboutir à une stratégie de lutte intégrée complète et durable pour l'ensemble du musée.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Bachelor-Thesis en Conservation

EVALUATION ET PROPOSITION D'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE STOCKAGE DES COLLECTIONS DE CÉRAMIQUES HISTORIQUES DU CENTRE DES COLLECTIONS DE NYON



Fig. 1 : Conditionnement d'une cafetière. © HE-Arc, Rohrbach Emma, 2026.



Fig. 2 : Tablard d'assiettes avant conditionnement. © HE-Arc, Rohrbach Emma, 2026.



Fig. 3 : Tablard d'assiettes après conditionnement. © HE-Arc, Rohrbach Emma, 2026.

Présenté par **ROHRBACH Emma**
Bachelor of Arts HES-SO en Conservation
Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques
Responsable de stage : RICARD Louis, régisseur des collections, Centre des Collections, Nyon
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

Ce travail porte sur les collections de céramiques historiques appartenant au Musée du Château de Nyon et conservées au Centre des Collections de Nyon (CDC). Ces collections comptent plus de 5'000 objets provenant majoritairement des manufactures nyonnaises, de la fin du 18e siècle jusqu'au début du 20e siècle. Actuellement, le conditionnement des objets n'est pas homogène, la documentation est incomplète et un chantier a été annoncé à proximité du CDC. L'objectif de ce travail est l'analyse de l'environnement des réserves et la production d'un plan de conditionnement. Un échantillon de 114 objets, représentatif des collections, a été utilisé comme base de travail. Un récolement d'information a été effectué sur ces objets et des tests de pH, de décoloration, d'Oddy ainsi qu'un test de vibration ont été réalisés. L'analyse environnementale a permis de définir 6 risques hiérarchisés avec la méthode ABC, le plus critique étant celui des lacunes de documentation. Un conditionnement de l'échantillon a ensuite été réalisé avec des caisses rako ainsi que de la mousse et du film PE. Finalement, une estimation des besoins matériels et de temps pour l'ensemble des collections a été effectuée.

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

L'équipe du CDC souhaitait étudier les conditions de stockage de ses collections de céramiques à travers une analyse environnementale ainsi qu'un plan de conditionnement adapté aux différentes typologies. Un récolement des 5'000 objets n'étant pas réalisable dans le temps alloué, il a été décidé de travailler sur un échantillon représentatif d'environ 2 % de la collection : un service en porcelaine au décor de bleuet, quatre étages d'assiettes en faïence et un lot d'objets en terre cuite aux formes complexes. La collecte des données a porté sur l'inventaire, le climat, l'espace, la compatibilité des matériaux et les vibrations. Les risques ont ensuite été hiérarchisés à l'aide de la méthode ABC.

RÉSULTATS

Le risque le plus critique concerne les lacunes de documentation. Sur 114 objets, seuls 56 ont une photo correcte et deux méthodes de numérotation coexistent dans la base de données. Une mise à jour systématique de la base de données est donc nécessaire. Un chantier à venir représente le deuxième risque. Le bruit de fond des réserves est quasiment nul, cependant les tests au marteau ont atteint jusqu'à 1,6 g, soit bien au-dessus du seuil de risque de 0,2 g. Un suivi des vibrations durant ce chantier est donc recommandé. L'organisation des tablards et l'encombrement des couloirs augmentent également le risque de chocs lors des manipulations. Finalement, la feutrine rouge des tablards n'est pas acide mais dégorge son colorant et le climat, qui n'est pas un grand risque pour la céramique, reste à surveiller pour les objets composites. Grâce à une phase de prototypage, trois types de conditionnement ont été retenus : les objets stables restent sur les tablards, les autres sont conditionnés dans des caisses rako avec un calage en mousse PE et les objets très fragiles ont une contreforme recouverte de Tyvek en prévision du chantier. Au total, l'échantillon a été conditionné dans 21 caisses. Pour 3'800 objets, les besoins sont estimés à environ CHF 7'300 de matériel et 2'360 heures de travail.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce travail a permis d'identifier et de hiérarchiser les risques pour les collections de céramiques du CDC et de proposer un conditionnement adapté. Il offre différentes perspectives pour continuer l'amélioration des réserves : finaliser l'analyse du test d'Oddy, continuer le conditionnement des céramiques, suivre l'évolution du chantier et, sur le long terme, poursuivre le récolement sur l'ensemble des réserves.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Master-Thesis en Conservation-restauration

ENTRE ART ET MÉCANIQUE :

Conservation-restauration d'un tableau-horloge à automates (XIX^{e} s., Musée international d'horlogerie)

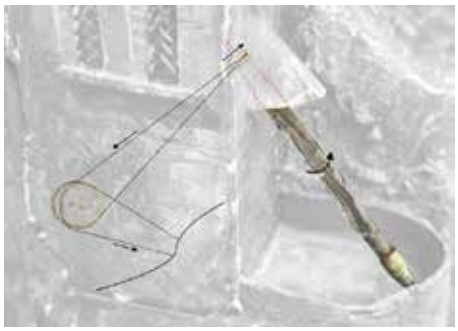


Fig. 1 : Schéma du mécanisme de la chute d'eau (partie gauche de l'objet). © HE-Arc CR, 2026.



Fig. 2 : Tableau-horloge à automates avant intervention de conservation-restauration. © HE-Arc CR, 2026.



Fig. 3 : Tableau-horloge à automates après intervention de conservation-restauration © HE-Arc CR, 2026.

Présenté par **DUMON Alice**
Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration
Orientation : Objets scientifiques, techniques et horlogers
Mentor : SCHRÖTER Julie, Conservatrice-restauratrice, C2RMF, Paris
Responsable de stage : MARIELLONI Nathalie, conservatrice, MIH, La-Chaux-de-Fonds
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

Ce mémoire porte sur l'étude et la restauration d'un tableau-horloge à automates du XIX^{e} siècle (inv. IV-913) conservé au Musée international d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds. Cet objet composite associe une peinture à l'huile sur plaque de zinc, un cadre en bois doré, un décor tridimensionnel en carton et papier formant un diorama, un mécanisme horloger (poinçon Vincenti & Cie) et un mécanisme d'animation d'automates indépendant animant un bateau et une chute d'eau simulée. La démarche articule étude historique et matérielle, étude technique, identification des valeurs culturelles, constat d'état, diagnostic, proposition d'intervention, traitement et discussion critique, en réponse à un mandat de stabilisation, d'amélioration esthétique et de remise en état de marche des deux mécanismes en vue d'une exposition prévue en 2027. L'objet se caractérise par une histoire matérielle stratifiée : peu de composants sont dans leur état d'origine, et la reconstitution de la chronologie des interventions antérieures a conditionné les choix de traitement. Les interventions ont porté sur la consolidation du cadre fragilisé par d'anciennes attaques xylophages (injection de Plexigum PQ611® et de perles creuses), le traitement de la surface dorée (retrait des bronzines anciennes, nouvelle bronzine au liant Plexigum PQ611®, vernis Laropal A81®), le nettoyage et le dévernissage de la plaque peinte avec retouches illusionnistes, la consolidation des éléments en papier et carton du décor, et la révision des deux mécanismes (nettoyage aux ultrasons, lubrification). Le travail propose une démarche méthodologique adaptée à la conservation des objets composites à fonction mécanique.

ANALYSES ET ESSAIS EXPÉRIMENTAUX

Le diagnostic s'appuie sur une campagne d'analyses non invasives et micro-invasives. La fluorescence X (FRX portable) a confirmé l'alliage de zinc de la plaque peinte, un pigment vert arséniqué dans les zones de végétation, l'étamage du support ferreux du liséré du décor et la composition du laiton du mouvement horloger. La spectroscopie infrarouge (FTIR-ATR) a permis d'identifier les liants d'une des deux bronzines successives du cadre, une résine polyuréthane, ainsi que les adhésifs du décor tridimensionnel (PVAc, résine époxy). L'observation sous lumière ultraviolette a complété ces analyses en révélant l'hétérogénéité des couches de surface et la fluorescence distincte des deux bronzine, la seconde s'apparentant à de la gomme-laque. Une campagne d'émission acoustique, menée en continu sur environ soixante-cinq heures avec quatre capteurs, a permis d'écarter une infestation xylophage active et de renoncer à un traitement anoxique. Des tests de solubilité et de nettoyage, consignés dans des tableaux de critères, ont orienté le choix des solvants, des consolidants et des résines de retouche pour chaque composant.

DIAGNOSTIC ET ARGUMENTAIRE

L'identification chimique des liants a permis de proposer un terminus post quem pour les différentes intervention antérieure : la résine polyuréthane, commercialisée à partir des années 1950, situe la première bronzine dans les décennies 1960 à 1990. La confrontation avec des objets comparables, conservés au Musée des arts et métiers et mis aux enchères (Rouillac, 2019), a par ailleurs permis de formuler des hypothèses sur l'origine postérieure du cadre et du liséré en papier de l'objet, et d'affiner le phasage de fabrication supposé.

RÉSULTATS

Le traitement a permis d'atteindre deux des trois objectifs du mandat : la remise en état de marche autonome des deux mécanismes (marche continue vérifiée sur huit jours) et la stabilisation matérielle de l'objet. L'amélioration esthétique a été obtenue sur la majorité des composants, à l'exception des cordages du bateau, pour lesquels l'ensemble des tests menés a conduit à une décision argumentée de non-intervention. La mise en œuvre détaillée du traitement, le protocole complet de la campagne d'émission acoustique et l'ensemble des résultats analytiques sont développés dans le mémoire.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Master-Thesis en Conservation-restauration

DES COMPROMIS DANS LA RESTAURATION DE FERRONNERIE D'ART EN EXTÉRIEUR :

Le cas de la projection thermique de zinc*

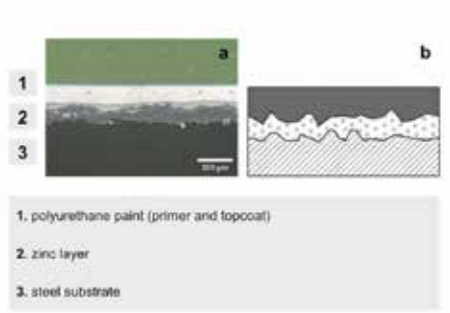


Fig. 1 : Vue en coupe du système de revêtement (a) sous microscope, pris dans de la résine (verte) visible en haut (b) schématisée. © HE-Arc CR, Favre Julien, 2026.

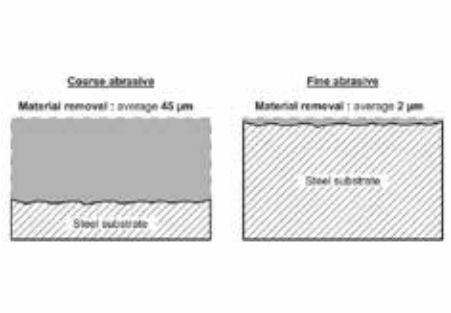


Fig. 2 : Schéma représentant la différence de perte de métal exprimée en micron (µm) lors du sablage avec un abrasif grossier (coarse) et fin (fine). © HE-Arc CR, Favre Julien, 2026.

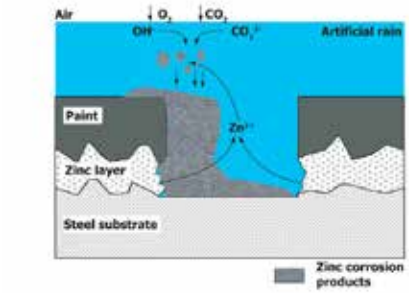


Fig. 3 : Schéma représentant le comportement du zinc lorsqu'une rayure dans le revêtement laisse le substrat en acier au contact de l'environnement. Le zinc corrode en priorité et ses produits de corrosion comblent le défaut, diminuant avec le temps la corrosion dans le défaut. © HE-Arc CR, Favre Julien, 2026.

Présenté par **FAVRE Julien**
Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration
Orientation : Objets scientifiques, techniques et horlogers
Mentor : Dr EMMERSON Nicola, Reader in Conservation, Cardiff University, Cardiff (Pays de Galles)
Responsable de stage : Dr IGUAL MUÑOZ Anna, Scientific Consultant, EPFL, Lausanne (Suisse)
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

En Suisse romande, la restauration de ferronneries recourt souvent à la projection thermique de zinc, très efficace contre la corrosion. Ce procédé exige toutefois un sablage complet qui élimine peintures et oxydes métalliques à la surface, ainsi que quelques microns du substrat métallique.

Cette étude, croisant les points de vue de l'artisanat, de la conservation-restauration et de la science des matériaux, cherche à limiter ce caractère invasif et à comprendre comment le revêtement protège l'acier. Sur des échantillons d'acier doux, un abrasif fin (grenat) réduit la perte de matière d'un facteur 18 en moyenne, avec une adhérence du zinc toujours supérieure au seuil de 4 MPa (ISO 2063-2). En immersion, le zinc protège l'acier même en présence d'un défaut, en jouant le rôle d'anode sacrificielle. Sous ruissellement continu, en revanche, les produits de corrosion du zinc sont lessivés et l'acier corrode après quelques jours. Le choix du traitement reste à faire au cas par cas, mais la projection thermique convient bien aux ouvrages peu entretenus.

CONTEXTE

Les ferronneries des 19e et 20e siècles sont très présentes dans le paysage architectural. En Suisse romande, leur restauration est souvent confiée à des artisans serruriers ou forgerons, qui privilégient des revêtements invasifs mais très efficaces, pour des raisons de sécurité et de coût. Le plus répandu est la projection thermique de zinc : du zinc en fusion est projeté sur l'ouvrage préalablement sablé, puis recouvert d'une peinture de finition. Le sablage doit atteindre le métal nu et entraîne donc la perte des peintures et oxydes d'origine, ainsi qu'une perte de matière du substrat en acier.

Cette étude explore si, selon son efficacité et son invasivité, la projection thermique de zinc est une méthode justifiée pour la restauration de ferronnerie.

Pour y répondre, deux objectifs ont été établis :

1. Mesurer l'impact du sablage sur la surface métallique d'une ferronnerie ;
2. Déterminer les mécanismes de protection du revêtement.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Des échantillons d'acier doux ont été sablés, revêtus de zinc pur par projection thermique, et de peinture polyuréthane appliquée au pistolet (voir Figure 1).

Pour mesurer l'impact du sablage, deux granulométries du même abrasif, le grenat, ont été comparée (pesée, microscopie confocale et des essais d'arrachement).

La protection contre la corrosion a été suivie en immersion et sous ruissellement de pluie artificielle. Des défauts artificiels ont été effectués au travers des revêtements jusqu'à la surface de l'acier. L'évolution du système est mesurée avec des méthode électrochimiques (potentiel et spectroscopie d'impédance électrochimique), ainsi qu'avec une caractérisation des produits de corrosion (Raman et MEB-EDX).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Concernant l'impact du sablage sur la surface d'une ferronnerie :

Avec le grenat fin, la perte de matière est en moyenne 18 fois plus faible qu'avec le grenat grossier (voir Figure 2). L'adhérence du zinc au substrat en acier reste toujours supérieure à 4 MPa, le minimum exigé par la norme ISO 2063-2 (2017). Un abrasif plus fin limite donc l'invasivité du sablage sans nuire à la tenue du revêtement.

Concernant les mécanismes de protection du revêtement :

Intact, le revêtement n'absorbe pas d'eau et reste stable pendant l'essai. En présence d'un défaut (une rayure jusqu'à l'acier par exemple), le zinc joue le rôle d'anode sacrificielle et protège l'acier. En d'autres termes, l'acier est sous protection cathodique. En immersion, le zinc corrode et forme dans le défaut une masse de produits de corrosion (voir Figure 3) qui ralentit la corrosion et le système se stabilise au fil des jours. Sous ruissellement continu, ces produits sont lessivés : la protection cathodique cesse et l'acier corrode après quelques jours.

CONCLUSION

Réduire la granulométrie de l'abrasif diminue considérablement la perte de matière lors du sablage. La projection thermique protège bien en particulier dans des cas de défauts qui laissent localement l'acier à nu. C'est une option intéressante pour les ouvrages où peu de maintenance est prévue, pour des raisons d'accès ou de coût. La perte des couches historiques reste toutefois le principal inconvénient du procédé. Ce choix est à faire au cas par cas, selon l'ouvrage, son état de dégradation et son contexte.

* Titre du mémoire écrit en anglais :
Compromises in outdoor heritage ironwork restoration : The case of the thermal zinc spraying and paint topcoat system

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Master-Thesis en Conservation-restauration

LA LUBRIFICATION DES OBJETS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES À FONCTIONNEMENT OCCASIONNEL :

Mise en œuvre sur un calculateur mécanique pour appareil de commande de canons antiaériens de la Fondation HAM (Suisse)



Fig. 1 : Photographie générale du calculateur.
© HE-Arc CR, Grua L. – Fondation HAM.

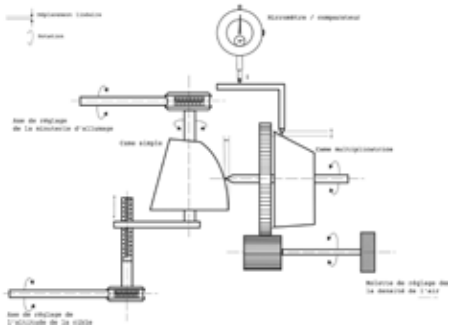


Fig. 2 : Schéma du réglage des cames du calculateur.
© HE-Arc CR, Grua L. – Fondation HAM.

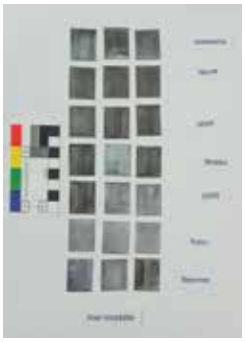


Fig. 3 : Photographie des coupons d'acier nickel couverts de lubrifiants à T0.
© HE-Arc CR, Grua L. – Fondation HAM, 2026.

Présenté par **GRUA Louis**
Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration
Orientation : Objets scientifiques, techniques et horlogers
Mentor : Dr MOLINA DELGADO Teresa, PhD in material Science, R&D HE-Arc, Neuchâtel
Responsable de stage : **Tarchini** Antonin, conservateur-restaurateur, Fondation HAM, Thoune, Suisse
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

Ce travail de diplôme porte sur l'étude et la conservation-restauration d'un calculateur balistique mécanique Gamma fabriqué en 1938 et conservé par la Fondation du Matériel Historique de l'Armée Suisse (HAM). Destiné à une remise en fonctionnement occasionnelle à des fins de médiation, cet objet constitue le point de départ d'une réflexion sur la sélection de lubrifiants adaptés aux objets techniques patrimoniaux. L'étude historique, matérielle et fonctionnelle du calculateur a permis préciser sa fonction, de définir ses besoins de conservation et de lubrification. La caractérisation des matériaux par fluorescence X (XRF) et l'analyse FTIR des lubrifiants historiques ont permis d'établir le diagnostic. Plusieurs huiles et graisses ont ensuite été comparées par vieillissement accéléré sur des coupons métalliques représentatifs des alliages de l'objet, puis évaluées par observations macroscopiques, microscopiques, analyses FTIR et tribologiques. Parallèlement, le calculateur a été démonté, nettoyé et restauré. Cette recherche propose une démarche de sélection de lubrifiants conciliant exigences mécaniques, compatibilité avec les matériaux, stabilité au vieillissement et principes de conservation-restauration.

INTRODUCTION :

Les objets du patrimoine technique se caractérisent souvent par la mise en mouvement de leurs composants. En milieu muséal, leur fonctionnement occasionnel constitue un précieux outil de compréhension et de médiation, mais génère des frottements nécessitant une lubrification adaptée pour prévenir l'usure. Ce travail prend pour cas d'étude un calculateur balistique mécanique de 1938 conservé par la Fondation HAM, en vue de sa conservation-restauration et de sa remise en fonction occasionnelle.

Cet appareil didactique traduit mécaniquement plusieurs paramètres du tir antiaérien, tels que le vent, la densité de l'air ou la vitesse initiale du projectile, afin de déterminer des corrections de tir. Son mécanisme associe notamment engrenages, vis sans fin, cames, palpeurs, paliers lisses et roulements à billes.

ÉTUDE DE L'OBJET :

L'analyse cinématique selon la méthodologie SCHEMATEC a permis de comprendre la transmission des mouvements et de cartographier les couples de frottement. Les analyses par fluorescence X (XRF) ont identifié des alliages ferreux, cuivreux et d'aluminium. La spectroscopie infrarouge (FTIR) des lubrifiants historiques a révélé des huiles minérales, des paraffines et des graisses altérées. Le constat d'état a notamment mis en évidence des savons de cadmium et de cuivre issus de réactions entre anciens lubrifiants et métaux.

Cette étude a permis d'établir un cahier des charges pour la nouvelle lubrification : viscosité adaptée, stabilité physico-chimique, faible migration, compatibilité avec les matériaux et possibilité de retrait lors d'une intervention future.

PARTIE EXPÉRIMENTALE :

Huit huiles et graisses, minérales ou synthétiques, ont été comparées. Appliquées sur des coupons métalliques représentatifs des alliages du calculateur, elles ont subi un vieillissement accéléré en chambre climatique. Leur évolution esthétique et chimique a été évaluée par observations macroscopiques et microscopiques et par FTIR. Plusieurs produits présentant des modifications chimiques ou des phénomènes de migration ont ainsi été écartés. Des essais complémentaires au tribomètre ont permis d'étudier leurs caractéristiques physiques et de départager les candidats. La Jurassienne et la Molykote 33 Light ont finalement été sélectionnées.

PARTIE PRATIQUE :

L'intervention a permis la remise en état fonctionnel de l'objet dans le respect des principes de conservation-restauration. Elle comprend un démontage méthodique et documenté, le retrait des anciens lubrifiants, des dépôts graisseux et des suies, ainsi que le traitement des produits de corrosion et des savons métalliques. L'axe déformé d'une manivelle de réglage, qui empêchait le fonctionnement, a été pris en charge afin de restituer la chaîne cinématique. Le calculateur a ensuite été remonté et les lubrifiants sélectionnés appliqués de manière ciblée sur les paliers lisses, roulements et engrenages selon un nouveau plan de lubrification.

CONCLUSION :

Ce projet propose un cadre méthodologique reproductible pour le choix des lubrifiants destinés aux mécanismes patrimoniaux semi-statiques, conciliant préservation matérielle à long terme et mise en valeur dynamique. Le choix d'un lubrifiant est ainsi considéré comme une intervention de conservation-restauration à part entière, associant compréhension du mécanisme, connaissance des matériaux, évaluation expérimentale et suivi à long terme.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Master-Thesis en Conservation-restauration

TRAITEMENT DE CONSERVATION D'OBJETS MÉTALLIQUES ARCHÉOLOGIQUES PROVENANT DE LA RÉGION DE SFAX – TUNISIE :

Miroir cuivreux et décor doré - *Defixiones* en plomb



Fig. 1 : Corpus d'objet donné à la HE-Arc (décor en cours de traitement, miroir en 3 fragments, manche de miroir, 3 *defixiones*, lampe à huile, état du 26 août 2026). © HE-Arc, Pin Judith, 2026.

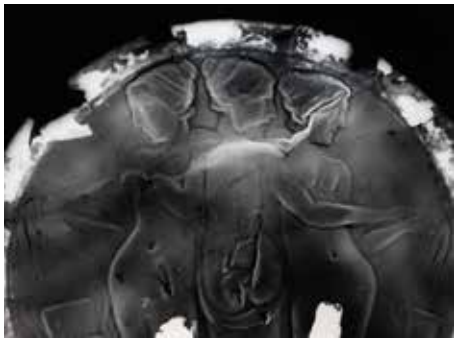


Fig. 2 : Détail de la radiographie X du décor du miroir. © HKB, Wyss Karin.

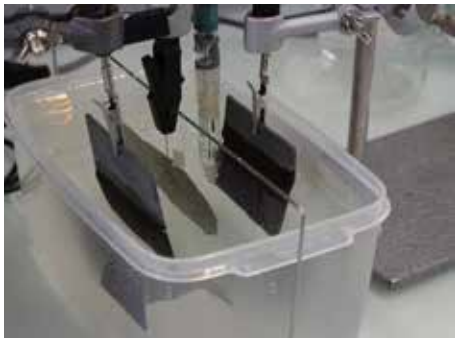


Fig. 3 : Traitement électrolytique à -1,2V. Ag/AgCl d'une defixio dans une solution de NaSO4. © HE-Arc, Pin Judith, 2026.

Présenté par **PIN Judith**
Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration
Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques
Mentor : MEIER Janine, responsable de la conservation, Historisches Museum Basel, Bâle
Responsable de stage : DEGRIGNY Christian, chercheur en conservation du patrimoine, Haute Ecole Arc, Neuchâtel
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

Ce travail porte sur un lot de six objets archéologiques romains, extraits illégalement de Tunisie et confiés à la Haute École Arc (fig. 1). L'objectif était d'étudier ces artefacts afin de proposer des interventions de conservation adaptées à leur future restitution.

Dépourvus de documentation officielle, les objets ont d'abord nécessité une reconstitution de leur contexte archéologique et de leur biographie matérielle. Pour y parvenir, plusieurs méthodes d'analyse et d'imagerie ont été employées (fig.2). Ces analyses, de pair avec les avis de spécialistes, ont permis d'identifier les techniques de fabrication, la composition des matériaux, la nature des produits de corrosion et la transcription des inscriptions permettant d'avancer une chronologie de l'histoire matérielle des artefacts et d'évaluer leur état de stabilité.

Par la suite, un protocole de traitement a été mis en œuvre pour retrouver l'éclat du décor doré du miroir, tandis que les 3 *defixiones* – tablette de malédiction – ont été stabilisées par bain électrolytique. Ce projet met en lumière l'importance d'une approche interdisciplinaire pour la gestion d'objets privés de contexte de découverte. Aussi, les résultats obtenus ouvrent de réjouissantes perspectives de recherche à venir et entame le projet de restitution de ces biens dans leurs pays d'origine.

L'ÉTUDE DU CORPUS

La sortie du territoire sans documentation officielle des objets dans les années 1990 en Tunisie a rendu l'étude des objets essentielle pour en comprendre le contexte archéologique, la biographie et l'intérêt patrimonial qu'ils peuvent susciter.

Concernant le miroir, la qualité d'exécution et les matériaux employés démontrent un savoir-faire spécifique et un soin particulier apporté à sa fabrication, suggérant une production destinée à une sphère sociale élevée. Par comparaison iconographique, le miroir pourrait dater du IIe siècle de notre ère.

L'examen des trois *defixiones* a permis de souligner plusieurs points, notamment leur fabrication d'origine commune et des marqueurs attestant d'une pratique professionnelle de rituel magique. Ces tablettes s'inscrivent dans la continuité des études sur les *defixiones* du nord de l'Afrique romaine, avec, accentué par la présence d'une figure démoniaque , « Omelanpharok », n'ayant que deux autres occurrences, toutes deux découvertes en Tunisie, qui renforce l'hypothèse d'un démon local.

LES INTERVENTIONS DE CONSERVATION

Le traitement du décor du miroir vise à restituer la dorure, dans le but de rendre à l'objet son appréciation esthétique plutôt que dans un objectif de stabilisation. L'intervention consiste en un dégagement sélectif des produits de corrosion et des sédiments. Pour ce faire, une solution d'EDTA tétrasodique à 4 % dans un gel d'agar, appliquée à chaud, a permis de solubiliser les produits de corrosion présents au-dessus du limitos, qui ont ensuite été rincés puis ôtés mécaniquement.

Le stockage préalable des *defixiones*, dans des conditions corrosives, avait entraîné un processus de corrosion active du plomb, lequel présentait des produits de corrosion blancs et volumineux. La nature molle et très sensible du plomb a nécessité la mise en place d'un protocole de traitement préventif visant à stabiliser les produits de corrosion et à sauvegarder les inscriptions, qui constituent l'intérêt primaire de ces objets. Celles-ci ont ainsi été traitées par immersion dans des bains polarisés à un potentiel de –1,2 V/Ag/AgCl, afin de réduire les produits de corrosion (fig. 3).

LE FUTUR DES OBJETS

Les interventions se poursuivront à l'avenir au sein de la HE Arc. Au-delà des analyses et actions menées, ce projet met en lumière de nombreuses pistes encore à explorer, tant sur les artefacts que sur leur lieu de découverte, qui pourrait être identifié et susceptible de révéler d'autres sépultures.

Des analyses plus poussées sur la matérialité seront nécessaires afin de mieux comprendre les liens entre les objets, notamment par l'étude de la composition des sédiments et des traces d'assemblage. Par ailleurs, des études isotopiques permettront de déterminer la provenance du plomb des *defixiones*. Enfin, la traduction des textes devrait ouvrir de nouvelles perspectives concernant les inscriptions et la figures. Ce travail marque une première étape de restitution, dans un cadre propice aux collaborations internationales.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Master-Thesis en Conservation-restauration

ÉTUDE ET RÉINTÉGRATION VISUELLE DES DIFFÉRENTES LACUNES DES SURFACES DORÉES D'UNE PAIRE DE RELIQUAIRES EN BOIS POLYCHROME DU XVII^{E} SIÈCLE :

Mobilier religieux provenant du Couvent des Ursulines de Fribourg, appartenant au Musée d'Art et Histoire de Fribourg (MAHF)



Fig. 1 : Paire de reliquaires datant de la fin du XVII^{e} siècle, provenant du Couvent des Ursulines de Fribourg. © HE-Arc CR, Lorena Pleşu, 2026.



Fig. 2 : Dégradation des revêtements de surface, exemple des lacunes sur la dorure à la détrempe. © HE-Arc CR, Lorena Pleşu, 2026.

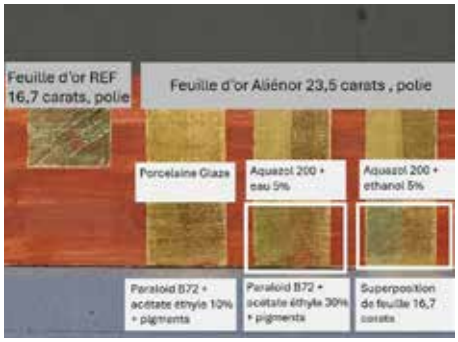


Fig. 3 : Dernier panneau d'essai : les vernis préalablement sélectionnés, pour leur capacité à préserver la réflectance de l'or poli ont été teintés puis appliqués sur des feuilles d'or Aliénor polies. L'objectif était d'évaluer le maintien de la réflectance après coloration, tout en recherchant la teinte de l'or à 16,7 carats. Les carrés encadrés indiquent les deux méthodes retenues. © Musée d'art et Histoire de Fribourg et © HE-Arc CR, Francesco Ragusa et Lorena Pleşu, 2026.

Présenté par **PLEŞU Lorena**
Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration
Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques
Mentor : COURTIER Stéphanie, conservatrice-restauratrice de bois doré et responsable de l'atelier dorure du C2RMF, Paris
Responsable de stage : BACHER TILLMANNS Véronique, conservateur, conservatrice-restauratrice de peinture et sculpture au Musée d'Art et Histoire de Fribourg, Fribourg
Réalisation : Printemps 2026[1]

RÉSUMÉ

Ce mémoire porte sur l'étude d'une paire de reliquaires en bois polychrome et doré de la fin du XVII^{e} siècle, conservée au Musée d'art et d'histoire de Fribourg, en vue de leur restauration. L'étude historique, technique et matérielle, complétée par des analyses scientifiques, ont permis de comprendre leur fabrication, leurs transformations et leurs altérations. La coexistence de plusieurs techniques de dorure et de feuilles d'or de compositions différentes constitue un enjeu majeur. Des consolidants ont été testés pour stabiliser les dorures. Un protocole expérimental a ensuite comparé différentes méthodes de comblement et de réintégration visuelle des lacunes, notamment à l'aide de matériaux récents intégrant des marqueurs de traçabilité, tels que la feuille d'or Aliénor et des apprêts marqués. Les essais ont montré que la restitution d'une dorure ne repose pas uniquement sur sa couleur ou sa brillance, mais également sur sa réflectance, essentielle à la perception esthétique et à la dimension spirituelle de ces objets. Les solutions retenues ont été appliquées sur un reliquaire afin d'en évaluer l'efficacité. Ce travail propose une méthodologie adaptée aux objets, tout en ouvrant des perspectives concernant la réintégration, la réversibilité et la traçabilité des interventions.

RETRACER L'HISTOIRE MATÉRIELLE DES RELIQUAIRES

Cette paire de reliquaires en bois polychrome et doré, réalisée à la fin du XVII^{e} siècle, provient du couvent des Ursulines de Fribourg et arrive au musée en 1969. Témoins d'une culture matérielle liée à l'art baroque religieux local et au culte des reliques, ils présentent une histoire matérielle complexe. Les sources historiques, les observations et les analyses ont révélé les techniques employées et plusieurs transformations, notamment au XIX^{e} siècle : ancien état de surface, ajout d'un vert arsenical, remaniement des dorures et des reliques. Soulèvements, lacunes, fissures témoignent de leur parcours et du comportement différentiel des matériaux superposés.

QUE RÉVÈLENT LES DORURES ?

L'étude des dorures révèle une diversité inattendue : deux techniques de dorure – à la détrempe et à la mixtion – et au moins quatre feuilles d'or de compositions différentes. La répartition des deux teintes d'or (23,7 carats et 16,7 carats) de la dorure à la détrempe témoigne d'une polychromie intentionnelle, tandis que le noircissement d'une partie des dorures à la mixtion s'explique par l'emploi de feuilles d'or parti. La complexité de la réintégration visuelle des dorures réside dans la préservation des teintes d'or et dans les approches qui doivent être adaptées à chaque technique.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL ET RÉSULTATS OBTENUES

Pour la réintégration des dorures à la détrempe, les limites des poudres métalliques ont conduit à privilégier la feuille d'or. La traçabilité des interventions a été intégrée au protocole par l'emploi de la feuille Aliénor (23,5 carats), marquée à l'indium, et de blancs marqués. Sa teinte étant trop chaude pour restituer l'or à 6,7 carats, cinq panneaux tests ont permis de comparer différentes solutions de comblement et de réintégration des surfaces dorées. Deux approches se sont particulièrement distinguées : modifier la teinte à l'aide d'un vernis teinté ou superposer une feuille d'or de plus faible titrage à la feuille Aliénor. La seconde solution a été retenue, puis appliquée sur l'un des reliquaires.

RESTITUER UNE DORURE, MAIS QUE RESTITUER ?

Les expérimentations ont progressivement déplacé la réflexion : reproduire la bonne teinte ne suffit pas. Plusieurs matériaux peuvent produire une surface dorée et brillante, sans pour autant reproduire la manière dont une feuille d'or renvoie la lumière. La réflectance s'est ainsi révélée déterminante. Sur ces reliquaires baroques, elle participe à la perception des volumes, à la richesse du décor et à la dimension symbolique de l'or, associé au précieux et au divin.

CONCLUSION

Méthodes de consolidation, nettoyage et comblement-réintégration de la dorure à la mixtion ont également été définis. Ce travail propose une méthodologie adaptée à la diversité matérielle de ces reliquaires, et met en évidence d'autres axes à approfondir : superposition des feuilles d'or, étendue des finitions de surface, comblement au papier et traitement de l'or parti.

1

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Master-Thesis en Conservation-restauration

ÉTUDE ET RESTAURATION D'UNE BOÎTE À MUSIQUE DU MUSÉE D'HISTOIRE DE LA CHAUX-DE-FONDS



Fig. 1 : Boîte à musique, avant traitement. © HE-Arc CR, Robert Louise, 2026.



Fig. 2 : Mécanismes, avant traitement. © HE-Arc CR, Robert Louise, 2026



Fig. 3 : Boîte à musique, après traitement. © HE-Arc CR, Louise Robert, 2026

Présenté par **ROBERT Louise**
Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration
Orientation : Objets scientifiques, techniques et horlogers
Mentor : COURT Nicolas, automatier, horloger, Arts15, Sainte-Croix
Responsable de stage : ENGELBERTS Justine, conservatrice-restauratrice, Musée d'Histoire, La Chaux-de-Fonds
Réalisation : Printemps 2026

RÉSUMÉ

Ce travail a porté sur une boîte à musique appartenant au Musée d'Histoire de La Chaux-de-Fonds, datant de la fin du 19e, début du 20e siècle. Cette boîte à musique présente un mouvement musical ainsi qu'une lithographie, placés dans un cabinet. Quelques éléments de la lithographie sont mobiles. Le mouvement musical actionne un second mécanisme qui bouge ces éléments lorsqu'une mélodie est jouée.

Le musée souhaitait étudier cet objet et le remettre en fonction en vue d'une exposition temporaire sur le thème de la musique qui aura lieu en 2027. Le mandat était donc de documenter l'objet, étudier son fonctionnement, le stabiliser et le restaurer en vue d'une remise en fonction.

L'objet a été remis en fonction et ses mélodies enregistrées, une première fois lors des interventions, ce qui nous a aidé à prendre des décisions de restauration et une deuxième fois après les interventions, une fois l'objet remonté, avec un enregistrement vidéo. Ces deux enregistrements permettent la conservation des mélodies et du mouvement de la scène, et confirment la pertinence de certaines interventions réalisées.

Suite aux interventions, l'objet est fonctionnel et stabilisé. Celles-ci ont amélioré la qualité du son et assuré que la remise en fonction n'altère pas l'objet plus qu'attendu.

CONTEXTE ET ÉTUDE DE L'OBJET

La boîte à musique appartient au musée depuis 2003, lorsqu'elle a été retrouvée dans un entrepôt de la société de chant chaux-de-fonnière « La Pensée ». L'objet a été exposé une seule fois en 2007 puis est resté en réserve. Ce travail avait pour but de l'étudier et de le restaurer en vue d'une remise en fonction lors d'une exposition temporaire sur la musique.

Il date probablement de la fin du 19e, début du 20e siècle. La lithographie a été réalisée par Emile Desmaisons, lithographe français, et imprimée à Paris entre 1830 et 1860. Elle est tirée d'un tableau de François Claudius Compte-Calix, peintre et illustrateur de mode. L'objet a été réparé au moins une fois, suite à des dégâts produits par l'utilisation de l'objet. Quant à elle, la lithographie a été repeinte plusieurs fois, la première probablement lors de la fabrication de l'objet.

La source d'énergie des mécanismes est le ressort-moteur remonté par l'utilisateur.rice. Il permet de faire tourner le cylindre du mouvement musical. Une poulie est montée sur l'axe de ce cylindre, transmettant l'énergie rotative au deuxième mécanisme. Cette énergie est transmise à deux ronds en carton, qui vont à leur tour mouvoir les éléments découpés de la lithographie. Cette dernière est collée sur un carton, placé dans le cabinet, et le mécanisme secondaire est monté à l'arrière de celui-ci.

L'objet est en bon état, le mouvement musical est fonctionnel, avec pour seule altération affectant le fonctionnement une lubrification vieillie. Des étouffoirs pourraient manquer, par comparaison avec d'autres mouvements de ce type, ce qui affecte la qualité du son.

Le mécanisme secondaire est fragilisé par endroits et la lithographie présente des craquèlements et des soulèvements de peinture. Le cabinet en bois est en bon état. Le couvercle n'est pas fixé, ce qui présente des risques de dissociation.

INTERVENTIONS

Les interventions se sont concentrées sur la stabilisation du cabinet et des parties métalliques. Le mouvement musical a été démonté, nettoyé et relubrifié. Les éléments fragiles du mécanisme secondaire et la lithographie ont été consolidés. Le couvercle a été fixé au cabinet.

Afin d'améliorer la qualité du son, des étouffoirs en plume ont été ajoutés au clavier du mouvement musical.

CONCLUSION

Suite aux interventions, l'objet est stabilisé et peut être remis en fonction. Les interventions ont permis d'assurer sa conservation et son bon fonctionnement. Dans la prolongation de ce travail, différentes interventions et pistes de recherche peuvent être envisagées : stabilisation des peintures de la lithographie, accordage du clavier et détermination des deux mélodies jouées par la boîte à musique.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

Swiss Conservation-Restoration Campus

Hes·so

Master-Thesis en Conservation

A STUDY OF MINERALISED ORGANIC REMAINS ON METAL OBJECTS FROM FELDKIRCHEN (4TH CENTURY AC) AND THEIR IMPACT ON THE METAL CONSERVATION

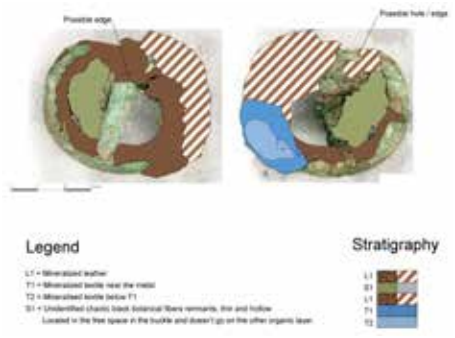


Fig. 1 : Organic mapping and legend of the organic remains on a copper buckle. © HE-Arc, Roux Marine, 2026.



Fig. 2 : Mineralised organic remains on copper and iron bracelets, Feldkirchen 4th CE. © HE-Arc, Roux Marine, 2026.

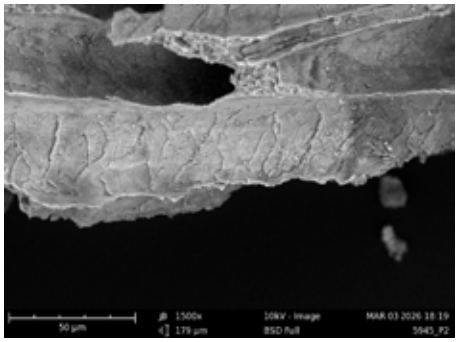


Fig. 3 : Negative mineralisation of animal fibres (wool ?) in copper corrosion under a MEB. © HE-Arc, Roux Marine, 2026.

Présenté par **ROUX Marine**
Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration
Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques
Mentor : MAZZOLA Cristina, Conservator, organic material specialist at the Archäologische Staatssammlung, Munich
Responsable de stage : Dr BLÄNSDORF Catharina, Head of the conservation department at the Archäologische Staatssammlung, Munich
Réalisation : Printemps 2026

SUMMARY

This study focuses on mineralised organic remains preserved on archaeological metal objects unearthed from a lat roman cemetery. Through the analysis of organic materials associated with a buckle, an inkwell and a set of bracelets, it examines challenges involved in identifying, studying and conserving these remains. It provided an opportunity to implement documentation methods developed specifically for the study and subsequent interpretation of these remains. It followed a methodology outlined first, leading to the creation of detailed documentation of the preserved organic remains, giving rise to treatment proposals for these metal objects, and aims to share observations made regarding the preservation process: mineralisation.

MINERALISATION PROCESS

Mineralisation is defined by Gillard et al., as "the combination and/or replacement of the fibre's organic matrix by an inorganic matrix". Depending on the rates of degradation and corrosion and deposition on the fibres, the types of mineralisation vary, leading to different states of preservation of the organic materials.

ANALYSES AND DOCUMENTATION

One step of the work consisted of the observation and the study of the object using different methods such as digital and polarised-light microscopes, SEM-EDS, and XRF. The results of the observations of the mineralised organic remains were presented in a normative document. The documentation method used was developed by the Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege. It implements computer-aided design for the mapping and microstratigraphy of organic remains. The advantages are uniform documentation and presentation, an easy comparability of organic finds between objects in the same grave, between graves, and even between excavation sites.

RESULTS

The study, carried out 28 years after the excavation, yielded some interesting results. Whilst it is generally recommended that organic remains be analysed immediately, proper handling and preservation under stable conditions allow them to be studied even several years after their discovery. It was also the occasion to observe several types of mineralisation on a single object, or even within the same material, allowing us to make comparisons.

haute école neuchâtel berne jura arc conservation restauration neuchâtel

haute école
neuchâtel berne jura

arc conservation restauration
neuchâtel

RENSEIGNEMENTS

Haute Ecole Arc
Conservation-restauration

Campus Arc 2
Espace de l'Europe 11
2000 Neuchâtel
Suisse

+41 32 930 19 19
conservation-restauration@he-arc.ch
www.he-arc.ch/cr

Swiss
Conservation-Restoration
Campus

Hes·so