

Master-Thesis in Conservation-Restoration :

Stabilisation des vestiges archéologiques en fer associés à des restes de bois.

Caractérisation du degré de minéralisation et réflexions sur leur comportement dans des bains alcalins.



Fig. 1: Clou en fer provenant du site de Studen „Petinesca“ (vers 50 ap. J.-C.) associé à des restes de bois minéralisés par les produits de corrosion. Le bois, identifié comme du sapin blanc (*abies alba*) pourrait être associé à un petit coffre en bois, dans lequel ce clou étant planté.

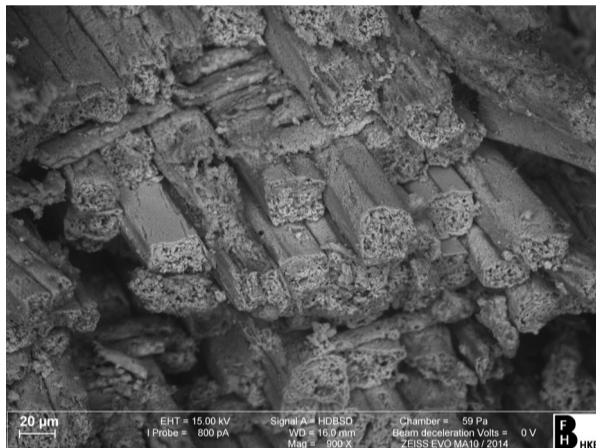


Fig. 2: Vue de fibres minéralisées sous MEB à pression variable. L'intérieur des fibres du bois (lumen), vide à l'origine, est rempli par les produits de corrosion du fer, permettant ainsi la préservation des caractères morphologiques des fibres. La paroi cellulaire d'origine n'est ici plus présente.

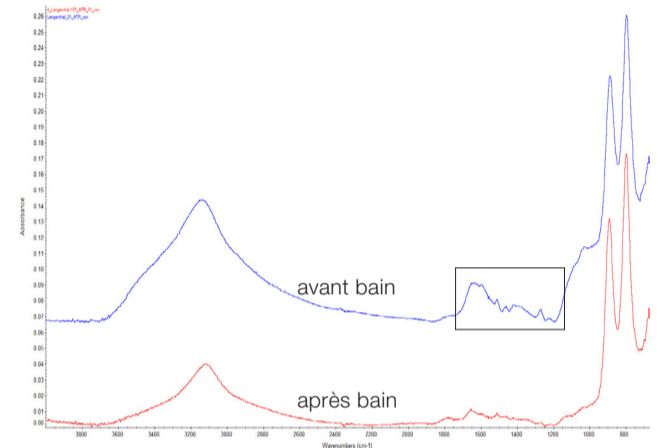


Fig. 3: Spectre IRTF-μRTA d'un échantillon de bois minéralisé avant et après bain alcalin (concentrations standards, 2 mois). On observe la disparition des pics de matière organique résiduelle (rectangle noir), tandis que les pics des produits de corrosion identifiés (goéthite principalement) restent inchangés.

Présenté par : **Marie-Jeanne Scholl**

Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration

Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques

Mentor (Musée National Suisse) : Mme. Dr. Katharina Schmidt-Ott, restauratrice, responsable des objets archéologiques

Resp. de stage (Service archéo. du canton de Berne): Mme. Sabine Brechbühl-Trijasse, restauratrice, responsable des métaux

Réalisation : semestre de printemps 2015

Introduction

Le bois, comme tout matériau organique, est rarement retrouvé en fouilles archéologiques, contrairement aux vestiges en fer. Il arrive parfois que ces deux matériaux se trouvent en contact durant leur enfouissement dans le sol, soit parce qu'ils font partie d'un même objet, soit parce qu'ils ont été associés de manière volontaire ou accidentelle. Le bois peut y avoir été préservé au contact de l'objet métallique grâce à un processus de minéralisation de la partie organique, par imprégnation ou dépôt de produits de corrosion du fer. Mais sa forme d'origine est très souvent incomplète. Ces restes peuvent néanmoins être porteurs d'informations archéologiques de grande valeur, notamment grâce à l'identification de l'essence de bois, permettant la compréhension et la reconstitution d'artefacts ou de leur contexte (Fig.1).

Afin de préserver l'intégrité technologique de l'ensemble, ces vestiges nécessitent une réflexion particulière sur leur traitement, car chacun des matériaux possède des sensibilités et des besoins en conservation différents. Le fer archéologique est un matériau très instable à sa sortie de fouille, en raison de sa contamination par des chlorures issus du sol. Des traitements de stabilisation, notamment par immersion dans des solutions alcalines, sont souvent employés pour le retrait de ces chlorures. Or, ces solutions peuvent constituer un risque pour la préservation des restes de bois, dont l'ampleur sera différente selon leur « degré » de minéralisation. Cette notion, qui caractérise la proportion de constituants organiques et

inorganiques des restes de bois, est complexe, mais néanmoins centrale pour le choix d'un traitement adapté à ce type de vestiges.

Objectifs de l'étude

Dans un premier temps, notre étude a pour objectif d'investiguer la notion de degré de minéralisation afin de comprendre son influence sur les sensibilités chimiques et physico-mécaniques des restes de bois. Il s'agit tout d'abord de déterminer si la caractérisation de ce degré est possible et quels sont les méthodes les plus adaptées pour y parvenir. La seconde partie de notre étude a pour objectif d'évaluer le comportement des restes de bois dans les bains alcalins, en étudiant dans quelle mesure ce degré est problématique pour un tel traitement.

Matériel et méthodes d'étude

Des observations et expérimentations pratiques ont été réalisées sur des échantillons archéologiques mis à disposition par le Service archéologique du canton de Berne. Les méthodes d'imagerie et d'analyse utilisées pour répondre aux objectifs de ce travail (stéréomicroscopie, microscopie optique, MEB-SDE à pression variable, microspectroscopie IRTF et Raman, tests microchimiques) nous ont été fournies par la Haute Ecole des Arts de Berne (HKB) et la Haute Ecole Arc de Neuchâtel (HE-Arc). Les caractéristiques physiques (types de remplissage des cellules du bois, micromorphologie) et chimiques (nature des produits de corrosion de remplacement, présence de matière organique résiduelle, localisation des produits de corrosion au sein des fibres) ont été documentées.

Plusieurs séries d'échantillons ont été immergés dans trois différentes solutions durant 1 et 2 mois, à 50°C : bain de sulfite alcalin, aux concentrations standards (0.5M NaOH, 0.5M Na₂SO₃) et réduites (0.1M NaOH, 0.05M Na₂SO₃), et bain alcalin sous azote (0.5M NaOH), afin d'observer d'éventuels changements.

Résultats

La première partie de l'étude a montré qu'il existe différentes formes de minéralisation (Fig.2), définies par des caractères visuels, physiques et chimiques au sein de mêmes restes de bois, ceci au niveau microscopique. Ces formes influencent notamment la préservation de la micromorphologie des fibres, nécessaires à une identification du bois d'origine. Certains restes minéralisés peuvent posséder des vestiges organiques des parois cellulaires des fibres, mais leur proportion, qui permettrait de définir un degré de minéralisation, reste néanmoins difficile à déterminer, compte tenu de l'hétérogénéité du matériau.

La seconde partie de l'étude montre que les restes de bois sont sensibles à l'immersion dans des solutions alcalines. Les altérations chimiques et physico-mécaniques relevées (pertes de matière et de cohésion, dissolutions des composants organiques, déformations et changements de couleur) sont directement dépendantes des formes de minéralisation identifiées ainsi que la proportion de matière organique résiduelle (Fig.3). Les restes peu ou partiellement minéralisés présentent des risques proches de ceux des bois gorgés d'eau, où l'effet chimique de la solution se combine à l'effet mécanique de l'immersion et du séchage, tandis que les restes très minéralisés ne sont sensibles qu'à l'interaction mécaniques avec le fluide. Dans ce dernier cas, la micromorphologie, nécessaire à l'identification du bois, est préservée, les produits de corrosion de remplacement étant très stables.

Conclusion

La stabilisation par bains alcalins ne semble pas adaptée aux vestiges en fer associés à des restes de bois, sauf si le matériau est entièrement minéralisé et suffisamment cohésif. Le degré et les formes de minéralisation du bois jouent un rôle déterminant quant à sa réactivité à l'alcalinité de la solution, sa tenue mécanique dans le bain et son séchage.