

Bachelor-Thesis in Conservation-Restoration

RÉACTIVITÉ DE DEUX OXY-HYDROXYDES DE FER À DES CONDITIONS CLIMATIQUES IMPOSÉES

Une étude sur la goethite α -FeOOH et la lépidocrocite γ -FeOOH, omniprésentes dans les mécanismes de corrosion atmosphérique et archéologique



Fig. 1 : Photographie d'un échantillon (L6, lépidocrocite sur fer 60%HR). On observe la formation de corrosion en auréole autour de la poudre. ©HEARC2024, Julien Favre.

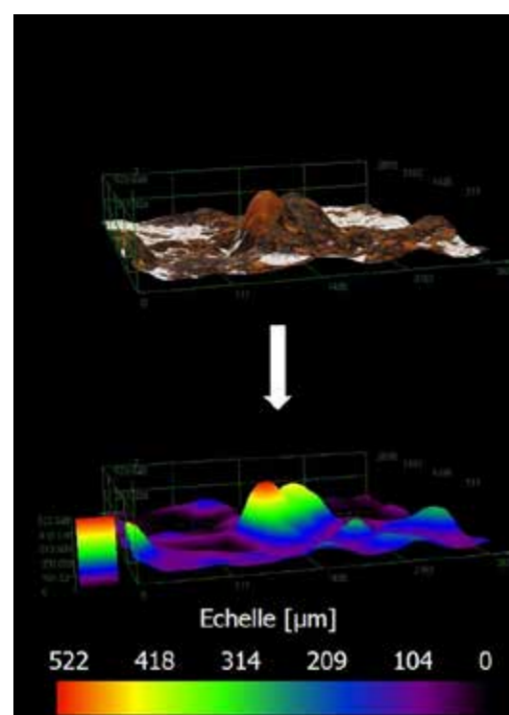


Fig. 2 : Cliché 3D d'un échantillon (L7, lépidocrocite sur fer 70%HR), pris grâce à un microscope optique numérique Olympus DSX100. Complété en bas par une échelle de couleur pour mesurer les reliefs. ©HEARC2024, Julien Favre.

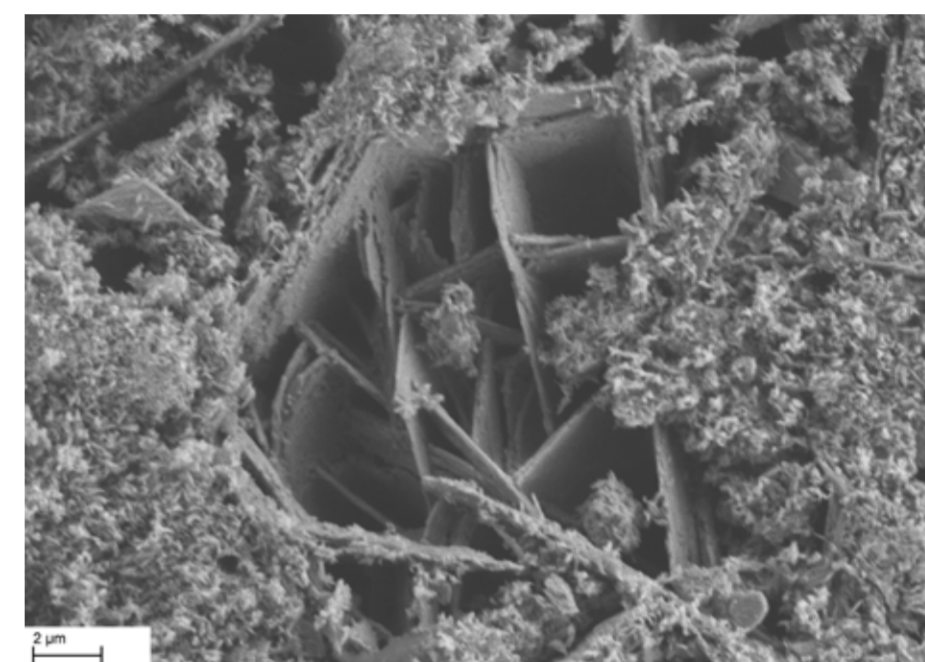


Fig. 3 : Cliché d'un échantillon (L10, lépidocrocite sur fer 90%HR) au microscope électronique à balayage (Zeiss, GeminiSEM 300, détecteur SE2). Agrandissement total x4490. Ce type de morphologie s'apparente à de la lépidocrocite (γ -FeOOH). ©CORINT 2024, Ocson Cocen.

Présenté par **FAVRE Julien**

Bachelor of Arts HES-SO in Conservation restoration
Orientation : Objets scientifiques, techniques et horlogers
Responsable de stage : Granget Elodie, assistante de recherche, UR-Arc, Neuchâtel
Réalisation : Semestre de printemps 2024

RÉSUMÉ

Ce travail contribue à la recherche appliquée en conservation, au niveau du comportement des oxydes ou/et hydroxydes de fer présents sur les objets ferreux archéologiques. L'objectif principal de cette étude est de déterminer l'hygroscopicité d'une poudre de produit de corrosion de fer et ce que cela implique. Cette réalisation est possible grâce à l'étude de composés synthétiques en conditions de laboratoire. Ainsi, un corpus d'échantillons est mis en vieillissement artificiel et leur comportement est étudié grâce à des mesures de consommation d'oxygène, de pesées ainsi que de documentation visuelle et analytique. Pour finir, des hypothèses sont pensées d'après les résultats de l'expérience, grâce à un rassemblement de compétences issues de la littérature existante ou du personnel scientifique affilié à cette étude.

Nous sommes parvenus à démontrer deux résultats dans une durée de test limitée de 30 jours et dans cinq différentes hygrométries. Le premier est la stabilité chimique des poudres de goethite et de lépidocrocite pures, ainsi que la quantité d'eau qu'elles peuvent respectivement absorber. Le deuxième est la réactivité entre la lépidocrocite et le fer.

INTRODUCTION

Ce travail traite de l'impact de l'humidité relative sur des oxy-hydroxydes de fer, dans le cas des objets ferreux archéologiques. Il a été réalisé en collaboration avec l'Unité de Recherche de la HE-Arc Neuchâtel, dans le cadre du projet CORINT financé par le Fond National Suisse (n° de subvention : 205883).

Les produits de corrosion d'intérêt pour ce travail sont la goethite (α -FeOOH) et la lépidocrocite (γ -FeOOH), deux oxy-hydroxydes de fer omniprésents sur les artefacts ferreux dégradés. Le premier est régulièrement présent dans les strates de corrosion archéologiques inférieures, alors que le second se trouve plutôt dans la gangue. Ils n'ont pas été spécifiquement étudiés dans un contexte de corrosion archéologique.

Des expériences en laboratoire ont permis de caractériser la capacité d'absorption d'eau de ces poudres de produits de corrosion de synthèse. En parallèle, l'impact de cette hygroscopicité lorsque ces poudres sont en contact avec du fer a été évalué.

EXPÉRIMENTATION

Quarante échantillons de poudres de goethite et de lépidocrocite ont été exposés à diverses humidités relatives et étudiés grâce à des mesures de consommation d'oxygène, des pesées ainsi qu'avec une documentation photographique, au microscope optique et électronique à balayage (MEB) et au μ Raman. Deux types d'expérience ont été réalisées : la première confronte des poudres pures à 5 hygrométries différentes (20%, 40%, 60%, 70% et 90% humidité relative). La seconde se déroule dans les mêmes conditions, alors que les poudres sont déposées sur des plaquettes en alliage ferreux.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le traitement des résultats et leur interprétation a permis de mettre en lumière plusieurs points. Concernant les poudres pures, il a été déterminé que la goethite et la lépidocrocite pures étaient stables chimiquement face à leur environnement. Aussi, la quantité d'eau que chacune peut contenir dans les hygrométries de test a été déterminée par pesée.

Concernant la poudre de goethite sur fer, aucune réaction particulière n'a été relevée. Une réactivité prononcée de la poudre de lépidocrocite sur fer a été remarquée, grâce aux prises de photographies macroscopiques et microscopiques ainsi que la consommation d'oxygène.

Plusieurs hypothèses ont été émises sur cette réactivité, selon les résultats d'analyse (μ Raman et MEB) et la littérature.

CONCLUSION

Ce travail apporte une contribution indirecte mais utile à la conservation des métaux archéologiques. En effet, les données recueillies servent au projet CORINT, qui vise à caractériser les phénomènes survenant durant l'enfouissement et après exhumation, isolant chaque étape du processus de conservation-restauration pour identifier et évaluer les sources d'altérations possibles. Outre l'usage de CORINT des résultats, ils constituent aussi des réponses à des problématiques non étudiées jusqu'ici.

Les trois points majeurs à retenir sont :

- La stabilité de la goethite sur tous les points ;
- L'hygroscopicité de la lépidocrocite (23% de prise d'eau à 90%HR) ;
- La réactivité de la lépidocrocite lorsque du fer est présent.