



**HAL**  
open science

## Etude multi-échelles des interactions entre la couche de produits de corrosion formés sur des objets en cuivre du patrimoine et les traitements de protection organique

Maëva L'Héronde, Emilande Apchain, Delphine D. Neff, Muriel Bouttemy, Florence F. Mercier-Bion, Arnaud Etcheberry, Philippe Dillmann

### ► To cite this version:

Maëva L'Héronde, Emilande Apchain, Delphine D. Neff, Muriel Bouttemy, Florence F. Mercier-Bion, et al.. Etude multi-échelles des interactions entre la couche de produits de corrosion formés sur des objets en cuivre du patrimoine et les traitements de protection organique. ELSPEC 2018, Jun 2018, Biarritz, France. cea-02327941

**HAL Id: cea-02327941**

**<https://cea.hal.science/cea-02327941v1>**

Submitted on 23 Oct 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Etude multi-échelles des interactions entre la couche de produits de corrosion formés sur des objets en cuivre du patrimoine et les traitements de protection organique

*Maëva L'HERONDE<sup>1,2</sup>, Emilande APCHAIN<sup>1</sup>, Delphine NEFF<sup>1</sup>, Muriel BOUTTEMY<sup>2</sup>,  
Florence MERCIER-BION<sup>1</sup>, Arnaud ETCHEBERRY<sup>2</sup>, Philippe DILLMANN<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> LAPA-IRAMAT, NIMBE, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette France.

<sup>2</sup> ILV, Université de Versailles Saint-Quentin en Yvelines, Université Paris-Saclay, 78035 Versailles, France.

Contact : [florence.mercier@cea.fr](mailto:florence.mercier@cea.fr)

En milieu extérieur, les statues en bronze et en cuivre subissent des altérations causées par l'eau et la pollution atmosphérique qui entraînent des modifications physiques et esthétiques de l'œuvre par la formation d'une couche de produits de corrosion (CPC) composée d'une fine couche de cuprite  $\text{Cu}_2\text{O}$  (5 à 10  $\mu\text{m}$  d'épaisseur) à l'interface métal/CPC et d'une couche externe et plus épaisse (de 20 à 50  $\mu\text{m}$ ) constituée majoritairement de brochantite  $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$ .

Pour limiter ces effets, les restaurateurs utilisent principalement des traitements par des cires microcristallines mais qui nécessitent de fréquentes restaurations. La recherche de nouveaux traitements inhibiteurs de la corrosion, et qui plus est non toxiques, est un enjeu majeur dans le domaine du patrimoine. Les nouveaux traitements à base de solutions de carboxylates à longue chaîne carbonée saturée ont été développés notamment sur les alliages ferreux [1] et semblent prometteurs pour les alliages cuivreux. Cependant peu d'informations existent sur les mécanismes d'interaction couche de CPC/carboxylate aux échelles micro et sub-micrométrique.

Ainsi nos travaux portent sur l'étude de l'efficacité du traitement de la CPC par des composés carboxylates ( $\text{HC}_{10}$ ), en visualisant leur pénétration ainsi que les interactions CPC/carboxylate de l'échelle micrométrique à nanométrique via un ensemble de techniques analytiques complémentaires. Des analyses élémentaire, chimique et structurale sont réalisées par couplage MEB-EDS, XPS,  $\mu\text{Raman}$  et DRX. Ainsi, la pénétration du traitement à l'intérieur de la couche externe de la CPC a pu être mise en évidence. Afin de déterminer finement et localement la distribution spatiale des constituants de la CPC, une méthodologie spécifique visant à obtenir l'empreinte spectrale de ces composés de référence par XPS et nano-Auger a été développée. Ce travail méthodologique sera présenté puis appliqué à l'analyse d'échantillons issus de la toiture de la cathédrale de Metz non traités et traités par des solutions de  $\text{HC}_{10}$  pendant différentes durées d'immersion.

[1] Rocca, E.; Steinmetz, J. Corros. Sci. 2001, 43, 891–902