

'Physique et Chimie des Matériaux' – ED 397 – année 2018

Proposition pour allocation de recherche,

Envoi **impératif par mail (PDF exclusivement)** avant le **vendredi 30 mars 2018 à 20h** à :

christian.bonhomme@upmc.fr,

! Attention : après cette date, aucun sujet ne sera pris en compte !

Unité de recherche (nom, label, équipe interne): Science et Ingénierie de la Matière Molle (UMR CNRS 7615)

Adresse : ESPCI Paris – 10 rue Vauquelin 75005 Paris

Directeur de l'Unité : Christian FRETIGNY

Etablissement de rattachement : CNRS/UPMC/ESPCI Paris/PSL

Nom du directeur de thèse (HDR), téléphone et courriel : Jean-Baptiste d'Espinose, jean-baptiste.despinose@espci.fr

Nombre de doctorants actuellement encadrés et années de fin de thèse (*: ligne à renseigner obligatoirement) : 2 (2019 et 2019)

Co-encadrant éventuel : Benoît Mille (Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF) / UMR 7055 Préhistoire et Technologie), Laurent Le Pollès (ENSC Rennes)

Thème* (A,B,C,D,E) : D

Titre de la thèse: Analyse Structurale multi-échelle de la Cuprite : Application à l'étude de la Métallurgie Préhispanique

Description du projet (max. 1 page) :

La cuprite, minéral naturel de formule Cu_2O , est le matériau le plus ancien utilisé dans l'électronique des semi-conducteurs ; c'est également l'un des principaux composés mis en évidence lors de l'étude de la métallurgie ancienne des alliages cuivreux, tant dans les scories d'élaboration du métal, que dans les produits d'altération formés lors de la corrosion des objets archéologiques cuivreux.

La cuprite a donc fait l'objet d'un nombre important d'études expérimentales et théoriques, mais les connaissances actuelles sur sa structure atomique et électronique laissent ouverte un certain nombre de questions clés. Ainsi, les applications émergentes de la cuprite en nanoélectronique, spintronique et photovoltaïque requièrent une compréhension fine et approfondie de l'ordre local dans le matériau ; elles ont récemment bénéficié du potentiel offert par la spectroscopie RQN (Résonance Quadripolaire Nucléaire), outil très sélectif de détection de la cuprite et d'étude de sa microstructure, grâce à la sensibilité de la méthode aux modifications de l'ordre local du ^{63}Cu . En complément de la RQN ^{63}Cu , il est possible d'observer la microstructure à l'échelle locale de la cuprite par imagerie de photoluminescence (collaboration avec le laboratoire IPANEMA).

L'objectif de la thèse est de caractériser et d'étudier la microstructure de la cuprite Cu_2O dans des milieux complexes (scories anciennes d'élaboration du cuivre), en faisant appel à la complémentarité entre la RQN comme sonde locale de l'environnement du cuivre, la diffraction des rayons X moyennée dans l'espace pour la caractérisation des individus dans un système complexe, et l'imagerie de photoluminescence au synchrotron Soleil pour l'observation de certaines phases à plusieurs échelles. La première application se fera sur une problématique d'archéométaballurgie du désert d'Atacama (Chili). Celui-ci abrite un patrimoine minier (10-15^e s. ap. J.-C.) exceptionnellement bien conservé. L'étude de ce patrimoine est le cadre du Laboratoire International Associé Mines-Atacama.

L'étude fine du Cu_2O par RQN ^{63}Cu et par photoluminescence dans les scories de l'Atacama devrait permettre de remonter aux conditions de formation des cristallisations de Cu_2O , ce qui est fondamental à la compréhension des mécanismes réactionnels en jeu lors de la transformation haute température du minerai de cuivre en métal. Par l'étude des scories, nous serons donc à même de déterminer le type de minerai dont elles proviennent, de reconstituer le déroulement des différentes réactions chimiques à haute température, de discuter le niveau de savoir-faire des métallurgistes préhispaniques et les implications économiques et sociales de l'implantation d'une exploitation minière et métallurgique de grande ampleur dans un milieu aussi hostile que le désert d'Atacama.