

Sujet du stage : Caractérisation de la variabilité de la microstructure et de la composition chimique des éléments en fers puddlés

<https://www.pamir.fr/projets-soutenus/ferpudchim/>

Lieu du stage

LAPA-NIMBE/IRAMAT, CEA Saclay : Laboratoire Archéomatériaux et Prévision de l'Altération – (UMR3685)

Sujet de stage

Le fer puddlé est un matériau issu de la décarburation (affinage) de la fonte dans un four à réverbère, en dessous de la température de fusion du fer ou de l'acier. C'est un produit hétérogène contenant de nombreuses particules de seconde phase (inclusions non métalliques) piégées dans le métal lors de cet affinage. Il a massivement été utilisé au 19ème siècle pour la construction de halles et d'autres ouvrages d'art (tour Eiffel, viaduc de Garabit,...). La maintenance de ces constructions en fer puddlé ainsi que le réemploi de leurs éléments constitutifs (poutrelles, cornières,...) dans une perspective de développement soutenable des sociétés est un enjeu majeur actuellement.

Or, même si certaines études se sont intéressées au comportement mécanique du matériau, assez peu d'études ont concerné la variabilité de la microstructure et de la chimie du matériau et son lien avec les conditions de production historiques. En complément des approches sur les sources écrites (traités, normes, etc) examinées dans le cadre d'un plus large consortium, l'analyse physicochimique des matériaux anciens peut répondre à ces questions.

Différents échantillons seront prélevés sur le pont ferroviaire démantelé d'Etang sur Arroux (1868) pour en caractériser la microstructure et la variation chimique locale. Le corpus sera complété par d'autres éléments en fer puddlé bien situés dans leur contexte historique (identification du producteur dans l'idéal). Les méthodes de caractérisation appliquées seront celles de la science des matériaux :

- examen métallographique (Microscopie optique) pour déterminer la teneur en carbone, la taille des grains
- examen chimique (Microscope électronique à balayage couplé à l'EDS, microsonde de Castaing) pour déterminer la composition chimique élémentaire des inclusions et la présence et la distribution du phosphore
- Des analyses de micro-dureté pour contribuer à déterminer la qualité des matériaux et leur degré d'homogénéité en lien avec la composition chimique.

Descriptif du profil recherché

archéométrie, métallurgie, science des matériaux, curiosité intellectuelle, ouverture d'esprit

Niveau de qualification requis :

Niveau Master 2 ou Ingénieur

Durée du stage :

6 mois

Date prévisionnelle de démarrage

01/02/2025

Candidatures à adresser à

Neff Delphine, Dillmann Philippe

delphine.neff@cea.fr, philippe.dillmann@cea.fr

01 69 08 33 40

Description de l'environnement du stage

<https://iramis.cea.fr/nimbe/lapa/>

Le laboratoire Archéomatériaux et Prévision de l'Altération (LAPA), laboratoire commun de l'UMR NIMBE CEA/CNRS et de l'UMR IRAMAT. C'est un acteur francilien majeur de la recherche sur les matériaux métalliques anciens, reconnu au niveau international pour la mise en place de méthodes innovantes pour la détermination de la provenance des alliages ferreux, leur datation et pour la compréhension des mécanismes de protection des métaux anciens.

L'étudiant-e sera intégré-e à une équipe de recherche interdisciplinaire sur la caractérisation des matériaux anciens. Il collaborera avec les chercheurs en histoire des techniques de l'équipe de recherche RECITS-FEMTO de l'UTBM, ainsi qu'avec les équipes du LMPS afin d'aborder la question des propriétés mécaniques de ces matériaux. Les échanges seront également étroits avec l'entreprise A-CORROS, bureau d'études spécialisé dans les matériaux métalliques historiques, la corrosion et la conservation-restauration du patrimoine.

Accès et transports en commun

RER Massy-Palaiseau ou Le Guichet

Transports en commun bus transessonne 9 ou 91.10 ou navettes quotidiennes du CEA Saclay (transport gratuit)