

Thèse en archéoméallurgie

Projet QUALIFE : Qualités des alliages ferreux : une approche diachronique et statistique

Directeur de thèse : Philippe Dillmann (à contacter)

Adresse e-mail : philippe.dillmann@cea.fr

Laboratoire : LAPA-IRAMAT NIMBE UMR3685, CEA/CNRS, CEA Saclay, 91191 Gif sur Yvette

Codirecteurs de thèse :

Gaspard Pagès (coordinateur du Projet QUALIFE)

Adresse e-mail : gaspard.pages@gmail.com

Laboratoire : ArScAn UMR 7041 CNRS

Florian Téreygeol

Adresse e-mail : tereygeol@cea.fr

LAPA-IRAMAT NIMBE UMR3685 CEA/CNRS

Autres laboratoires participants (comité de thèse) :

LaMOP : Danielle Arribet-Deroin (MdC Paris 1 Panthéon-Sorbonne)

LTCI TELECOM –PARISTECH : Yohann Tendero, Maître de Conférences

Description du projet de thèse

Dans le cadre des financements des Domaines d'Intérêt Majeur de la Région Ile de France (DIM Matériaux du Patrimoine), le projet QUALIFE vise à évaluer l'évolution des qualités des métaux ferreux en œuvre dans les sociétés de l'Antiquité et du Moyen-Âge. Étudier la nature des matériaux et des objets produits par les sociétés anciennes est un moyen d'approcher les échanges économiques (sous l'angle de la qualité et de la valeur des matériaux), mais également d'apprécier la diffusion et l'impact des modifications techniques (procédés et chaînes opératoires). Le but du projet est de cerner, sur un matériau spécifique, le fer et ses alliages, les évolutions potentielles de la qualité des produits et de déterminer quels sont les éléments déterminants qui influent sur cette qualité.

Le projet vise donc, à partir d'un corpus d'objets archéologiques représentatif de l'évolution des techniques de production sidérurgique dans des zones géographiques bien cernées, à déterminer par des approches métallographiques et physico-chimiques, les critères de qualité en lien avec la nature des matériaux (répartition et la teneur en carbone, les teneurs et compositions inclusionnaires, la teneur et la répartition en phosphore ainsi que la dureté du matériau). L'objectif final sera, par une approche statistique des résultats quantitatifs obtenus, d'en saisir leur évolution et leur variabilité en fonction du contexte technique et environnemental (nature des minerais utilisés).

Les corpus étudiés seront : les sites étudiés dans le cadre des programmes archéologiques Castel-Minier (<http://castel-minier.eu/Accueil>) et FERMAPYR (formant un corpus de 140 sites, dont plus de 20 fouillés fournissent du matériel), les barres de fer découvertes dans les épaves romaines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Pagès 2010), les barres employées à la fin du Moyen-Age (XIIe-XVIe s) comme renforts dans les grands monuments gothiques du sud de la France. Les sites de production de Savignac-Lédrier en Dordogne (XVIe-XXe siècle) et de Glinet (Seine-Maritime), usine à fer complète (haut fourneau, forge d'affinerie) occupée entre 1480 et 1580 qui a vu la fabrication de demi-produits (barres, tôles...). Chacun de ces sites permettra d'étudier une forme spécifique de la chaîne opératoire de production du fer (procédés direct et indirect) liée à l'emploi de minerais spécifiques (manganésifères ou phosphoreux).

D'un point de vue méthodologique, il conviendra de développer les méthodes déjà existantes (examen métallographique lié à l'utilisation et au développement de techniques d'analyse d'image, analyse chimique et structurale, analyse de la microdureté). Enfin, des analyses chimiques de composition, incluant des cartographies multiéchelles des éléments influant sur la nature mécanique seront réalisés. Un enjeu important sera l'automatisation des procédures l'étude métallographique par analyse d'image en collaboration avec des laboratoires spécialistes de ces disciplines.

L'ensemble de ces données sera implémenté dans une approche statistique multiparamétrique en utilisant des méthodes classiques d'analyse factorielle afin de tester l'évolution et la corrélation des différents paramètres en fonction de l'évolution technique des procédés d'une part et du contexte géographique d'autre part. Deux angles d'exploitation seront mis en œuvre : l'étude site par site et notamment celle de la variation des paramètres de qualités sur chacun des sites, et la confrontation diachronique de l'ensemble des sites et des contextes. Cette étude permettra ainsi d'établir un référentiel inédit de l'évolution de la qualité des métaux ferreux entre l'Antiquité et la fin du Moyen Âge.

Profil souhaité de l'étudiant : spécialiste science des matériaux ouvert aux approches interdisciplinaires, archéomètre

Techniques analytiques : métallographie, micro-dureté, MO, MEB-EDS, XRF, XRD, Analyse d'image, codage et programmation