



Offre de stage de Master 2

Intitulé du stage : IRIS : ImageRie d'Iriscence pour la caractérisation de la nacre patrimoniale

Laboratoires d'accueil :

L'INP (Institut National du Patrimoine) est un établissement public d'enseignement supérieur du ministère de la Culture. Il s'agit de la seule école de restauration en France à disposer d'un laboratoire de proximité apportant son appui à l'équipe pédagogique. L'équipe du laboratoire s'attache à remplir trois missions : l'élaboration des dossiers scientifiques préalables aux travaux de restauration des élèves restaurateurs, la contribution à l'enseignement des restaurateurs du patrimoine en participant à divers modules tout au long de la scolarité, ainsi que la conduite de projets de recherche sur les matériaux et objets du patrimoine et leur conservation-restauration. Le laboratoire dispose, au sein du département des restaurateurs, d'équipements d'imagerie scientifique, de plusieurs techniques de microanalyse ainsi que de l'équipement de caractérisation mécanique ce qui lui permet de proposer une large gamme d'approches analytiques et d'y former les étudiants.

Le laboratoire ETIS, Équipes Traitement de l'Information et Systèmes, est une Unité Mixte de Recherche (UMR 8051) commune à l'ENSEA, CY Cergy Paris Université et CNRS Sciences Informatiques. Le laboratoire mène des recherches aussi bien théoriques qu'expérimentales en vue de permettre à des systèmes de traitement de l'information d'acquiescer des capacités d'autonomie. Les systèmes conçus à ETIS ont donc vocation à effectuer un traitement intelligent pour des systèmes qui sont de plus en plus complexes. Les domaines concernés et les activités de recherches sont nombreux. Dans le domaine du Patrimoine, elle concerne plus spécifiquement, l'imagerie multispectrale, la caractérisation visuelle de matériaux à travers des approches d'IA profond, la modélisation neuroinspirée des interactions, le développement d'outils de médiation pour l'objet patrimonial augmenté, le développement de solution de calcul et stockage pour les données patrimoniales, les interactions homme robot dans des lieux patrimoniaux et le développement d'outil de visualisation 3D pour la restauration de lieux.

Le projet :

La nacre est une substance minérale et organique qui tapisse l'intérieur de certains coquillages qui la biosynthétisent naturellement pour en revêtir notamment la surface intérieure de leur coquille et parfois pour isoler un corps étranger (processus de fabrication des perles). La nacre est surtout caractérisée par son aspect irisé, dû à la décomposition de la lumière incidente par effet prismatique. Ce phénomène se caractérise par un changement des successions de couleurs (patterns d'irisation) en fonction de l'incidence d'illumination. Lorsque la structure de la matière illuminée présente des irrégularités périodiques, chaque élément de la microstructure renvoie séparément une onde lumineuse et les ondes issues des divers

éléments interfèrent en produisant des couleurs. C'est la structure de la nacre de type lamellaire (empilement de couches) constituée de tablettes d'aragonite étroitement liées par un fin ciment organique, qui lui donne son aspect irisé.

Cette propriété optique en fait un matériau apprécié en tabletterie, marqueterie, pour la confection de bijoux et plus généralement dans la fabrication d'objets décoratifs. Elle est ainsi un élément constitutif du patrimoine muséal qu'il convient de documenter en l'identifiant de manière non-destructive. Aujourd'hui, en contexte patrimonial, l'identification s'arrête au niveau "nacre" en opposition à des matériaux synthétiques cherchant à reproduire l'esthétique de la nacre. Cependant cette identification ne permet pas de déterminer de quel animal est issue la nacre. Nous pouvons émettre l'hypothèse qu'une identification plus fine pourrait permettre de différencier des faciès de dégradation et donc adapter le protocole de restauration.

Différents empilements des tablettes d'aragonite peuvent être observés par microscopie, avec des structures en « briques » et « colonnes », en fonction du mécanisme de minéralisation de la nacre chez les gastéropodes et les bivalves. L'irisation étant liée directement à la microstructure, il se pourrait donc que les patterns d'irisation présentent des différences et puissent être considérés comme une signature caractéristique de l'origine de la nacre. C'est l'hypothèse que nous émettons en nous basant également sur des travaux récents qui ont montré la pertinence de l'étude des patterns d'irisation des ailes de diptères pour en identifier la taxonomie.

Le but de ce stage exploratoire est de mettre au point une technique fiable, non-invasive et accessible pour quantifier la variabilité de la coloration irisée chez les nacres en contexte patrimonial. Pour ce faire, un protocole de prises de vue (macro- et microscopiques) par microscope numérique (Keyence VHX 7000) sera mis en place à différents angles (grâce à sa tête inclinable) afin de restituer de manière reproductible les patterns d'irisation de la nacre de différents coquillages nacriers puis d'éprouver ce même protocole sur des objets de collection afin de les étudier. En parallèle, un protocole utilisant des microscopes numériques portables (Dino-Lite) sera aussi testé. La collaboration proche avec ETIS permettra de mettre au point un protocole de prise de vue qui soit adapté à l'identification et à la caractérisation de la nacre. Le but de cette caractérisation est d'extraire les caractéristiques les plus pertinentes pour les raccrocher aux propriétés constitutives et temporelles du matériau.

Profil recherché :

Le stage porte sur la création d'une chaîne complète depuis l'instrumentation et la prise de vue, jusqu'au traitement des données images sur des objets patrimoniaux peu étudiés et sur un matériau méconnu, notamment d'un point de vue macroscopique. Ainsi, l'étudiant gagnera des compétences larges sur un sujet de pointe.

L'étudiant.e devra posséder de solides connaissances en optique, avec un attrait pour les techniques d'observation (microscopes) en laboratoire. Une expérience en programmation (par exemple Python) sera appréciée.

La curiosité scientifique, le sens critique, la motivation et l'autonomie seront des qualités nécessaires. Par ailleurs, l'étudiant.e doit être dynamique, curieux(se). Une grande autonomie, le sens de l'organisation et une capacité à prendre des initiatives sont demandées.

Niveau de qualification requis : Candidat de master 2 ou de 3^{ème} année d'école d'ingénieurs.

Niveau de qualification requis :

Niveau Master 2 ou école d'ingénieur

Lieux du stage :

Laboratoire de recherche de l'INP,
Département des restaurateurs,
124 Rue Henri Barbusse,
93300 Aubervilliers

Et

Laboratoire ETIS - site de l'ENSEA
6 Avenue du Ponceau
95000 Cergy, France

Ce stage est un projet financé par la Fondation des Sciences du Patrimoine (FSP).

La date prévisionnelle du démarrage du stage a été posée au 1^{er} février 2025 (mais peut être discutée) pour une durée de 5 à 6 mois.

Pour tout renseignement, contacter :

Elsa Perruchini (co-responsable du projet, ingénieure d'études en physico-chimie, membre du laboratoire de recherche de l'INP) : elsa.perruchini@inp.fr 01 49 46 57 24

Pour candidater à ce stage, contacter :

Elsa Perruchini (co-responsable du projet, ingénieure d'études en physico-chimie, membre du laboratoire de recherche de l'INP) : elsa.perruchini@inp.fr 01 49 46 57 24

Deadline des candidatures : 6 janvier 2025