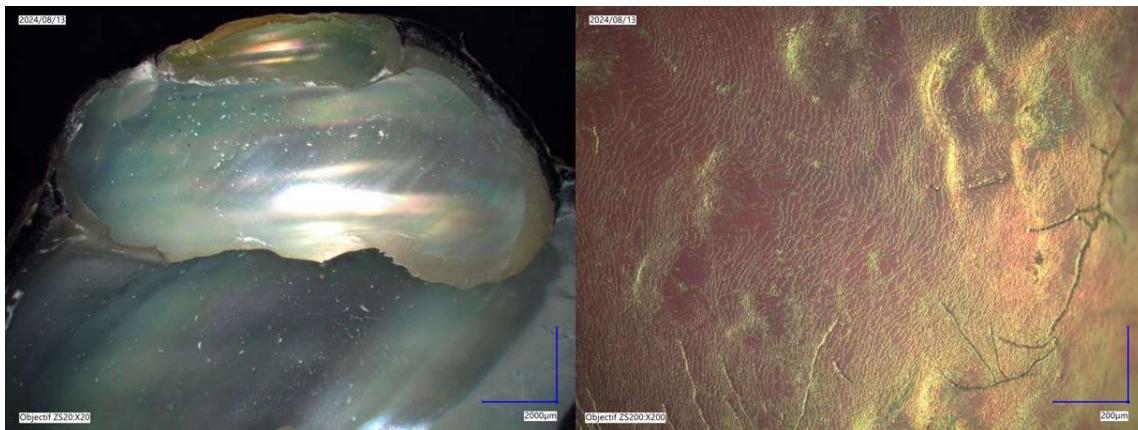


## Offre de stage de Master 2

**Intitulé du stage :** ORNEMents : Détermination de l'ORigine biologique de la Nacre patrimoniale par l'Etude par la Microscopie numérique d'éléments microstructuraux caractéristiques et pertinENTS.



*Images obtenues sous microscope numérique Keyence VHX-7000 de l'intérieur nacré de deux gastéropodes marins : à gauche, d'une gibbula (x20) et à droite, d'un ormeau (x200) (©INP, Elsa Perruchini).*

### Laboratoires d'accueil :

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'acquérir 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.

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.

### **Résumé du projet :**

La nacre est une substance minérale et organique produite par certains mollusques et qui tapisse l'intérieur de leur coquille. Sa structure est de type lamellaire (empilement de couches) constituée de tablettes d'aragonite étroitement liées par un fin ciment organique. 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. C'est aussi cette microstructure qui lui donne son aspect irisé. Cette propriété optique en fait un matériau apprécié dans le Patrimoine culturel muséal, qu'il convient donc de documenter en l'identifiant de manière la moins intrusive possible afin d'avoir une meilleure connaissance des œuvres et de leur histoire mais aussi d'optimiser les protocoles de restauration.

L'identification de l'origine biologique de la nacre en contexte patrimoniale est généralement basée sur des critères visuels comme la couleur. Mais cette identification peut s'avérer compliquée de par les traitements que les objets en nacre peuvent subir.

Aucune étude ne s'est encore intéressée à l'identification de l'origine de la nacre dans le Patrimoine par l'étude de la microstructure.

Ce stage souhaite mettre en place un protocole d'acquisition d'images et d'étude de la microstructure de nacres de références et d'objets en nacre par microscopies numériques. En isolants de possibles caractéristiques microstructurales particulières et pertinentes, nous souhaitons réaliser une première classification de l'origine de la nacre patrimoniale.

Des premiers tests, ont pu démontrer la possibilité d'accéder à la surface interne de la nacre et sa microstructure grâce au microscope 3D numérique Keyence VHX7000 combinant des fonctions d'observation sous différentes lumières, de capture d'image et de mesure, et aux microscopes numériques portables (USB) Dino-Lite. L'accès à ces outils de plus en plus démocratiques permettrait de travailler de manière non-destructive sur une première classification par l'étude de la microstructure.

### **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 d'un point de vue microscopique. Ainsi, l'étudiant.e gagnera des compétences techniques larges sur un sujet original.

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.e de master 2 ou de 3ème année d'école d'ingénieurs.

### **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 Le DIM Patrimoines matériels – innovation, expérimentation et résilience (PAMIR). La date prévisionnelle du démarrage du stage a été posée au 1<sup>er</sup> février 2026 (mais peut être discutée) pour une durée de 6 mois.

**Pour tout renseignement, contacter :**

Michel Jordan (co-responsable du projet) : [michel.jordan@cyu.fr](mailto:michel.jordan@cyu.fr), 01.34.25.28.54 /01.30.73.62.87

Elsa Perruchini (co-responsable du projet) : [elsa.perruchini@inp.fr](mailto:elsa.perruchini@inp.fr) 01 49 46 57 24

**Pour candidater à ce stage, contacter les trois co-responsables du projet :**

Michel Jordan (co-responsable du projet) : [michel.jordan@cyu.fr](mailto:michel.jordan@cyu.fr), 01.34.25.28.54 /01.30.73.62.87

Elsa Perruchini (co-responsable du projet) : [elsa.perruchini@inp.fr](mailto:elsa.perruchini@inp.fr) 01 49 46 57 24