

## OFFRE DE STAGE MASTER 2

A compter de février 2024

### Développement du système d'analyse des traces d'activité des insectes xylophages (ATAX) : amélioration de la chaîne de détection et application à l'étude des cycles de vies de ces insectes en environnement muséal

#### Laboratoire d'accueil

---

Ce stage s'inscrit au sein d'un programme de recherche mené par le Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP) en collaboration avec le laboratoire de recherche de l'Institut national du patrimoine (INP), le laboratoire des Systèmes et Application des Technologies de l'Information et de l'Energie (SATIE, UMR CNRS 8029) à Cergy-Paris Université et le musée du Quai Branly.

Le CICRP est un groupement d'intérêt public à caractère culturel constitué par le ministère de la Culture, la ville de Marseille, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et le département des Bouches-du-Rhône. Cette institution intervient dans le cadre de l'assistance scientifique et technique aux maîtrises d'ouvrage sur les problématiques de conservation préventive ou curative des matériaux constitutifs du patrimoine bâti, de la sculpture, de l'art contemporain, de la peinture murale et de la peinture de chevalet. En parallèle, le personnel du pôle scientifique mène des travaux de recherche sur la caractérisation des matériaux du patrimoine et les mécanismes de leur dégradation.

#### Contexte scientifique

---

Le CICRP et le musée du Quai Branly-Jacques Chirac sont équipés d'un système capable de détecter la présence, avec une certaine incertitude, d'insectes xylophages grâce à un dispositif reposant sur le principe de l'émission acoustique et dont les signaux sont traités statistiquement après un apprentissage. Ce dispositif est utilisé couramment pour la détection précoce des larves d'insectes xylophages qui rongent, évident et affaiblissent le bois avant l'émergence des adultes et cette pratique est la seule existante pour mettre en évidence des larves vivantes dans le bois. En effet, les familles d'apprentissage des signaux sur lesquelles l'algorithme d'aide à la décision s'appuie pour classer les signaux nouvellement acquis manque de précision, ce qui conduit à de mauvaises décisions de l'algorithme. Ainsi le premier objectif est d'une part d'élargir les familles d'apprentissage et d'autre part de tester de nouveaux algorithmes reposant sur les réseaux de neurones ou l'analyse discriminante linéaire (ADL).

Pour élargir les familles d'apprentissage, on se propose de solliciter les éprouvettes de bois sain (non infesté) à des variations thermo hygrométriques, d'enregistrer les signaux et de leur attribuer la classe « fracture ». Il sera également possible d'intégrer aux familles d'apprentissage les signaux issus du

froissement des matériaux utilisés en conservation-restauration et notamment les films employés lors d'opérations de traitement en privation d'oxygène.

Fort de cette classification plus précise et plus fine, le système pourra alors être utilisé pour étudier le cycle de vie des insectes xylophages en contexte muséal. En effet, il est admis qu'un arrêt de prise de nourriture est observé lors de la période hivernale en environnement naturel et lors d'apparition de conditions défavorables (température et hygrométrie) mais qu'en est-il en contexte muséal lorsque la température et l'hygrométrie sont constantes, et en réserve lorsque la luminosité ne varie pas ? Quel comportement alimentaire adoptent les larves lors de la chute d'oxygène quand un traitement de privation d'oxygène est mis en œuvre ?



*Système ATAX complet dont le capteur est placé au revers d'un châssis d'une peinture de chevalet*

## Missions

---

La première mission sera, après avoir pris en main les codes de traitement du signal permettant au système actuel de fonctionner (ACP sur une base d'attributs du signal fréquentiel acquis, codage Matlab®), de tester de nouvelles méthodes statistiques sur la base des familles d'apprentissage existantes.

Dans un second temps, il s'agira d'étoffer les familles d'apprentissage. Dans ce cadre, l'étudiant(e) aura comme mission, à partir d'éprouvettes expérimentales de bois non infestées et infestées soumis à des variations hygrométriques ainsi que divers matériaux utilisés en conservation restauration (films utilisés en anoxie statique, Mélinex, ...), d'acquérir de nouveaux signaux labellisés avec certitude.

Fort de cette classification plus précise et plus fine, la deuxième partie de ce stage permettra d'étudier le cycle de vie des insectes xylophages en contexte muséal. Cette analyse sera réalisée à partir de bois infestés provenant des élevages du CICRP sur plusieurs espèces appartenant à la famille des Ptinidae (Vrillettes) et Cerambycidae (Capricornes). Ces bois infestés subiront différentes variations physiques (luminosité, température, hygrométrie, variation d'oxygène), ce qui permettra d'étudier le comportement alimentaire des larves lors de ces variations. L'étudiant participera largement à la mise en place de ces expérimentations.

## Profil recherché

---

L'étudiant(e) (Master 2 ou 3ème année d'école d'ingénieur) devra disposer de solides connaissances en science du signal et analyse de données, statistique. Le sens de l'organisation, l'autonomie et la curiosité scientifique seront également des qualités nécessaires.

L'étudiant(e), qui bénéficiera d'un encadrement pluridisciplinaire et dont le laboratoire d'accueil se situe au CICRP à Marseille, pourra être amené à se déplacer sur Paris (INP, SATIE, musée du Quai Branly).

## Informations pratiques

---

*Démarrage* : dès que possible

*Durée du contrat* : 4 à 6 mois

*Gratification* : Bourse FDS

*Lieu de travail* : Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine  
21 rue Guibal, 13003 Marseille

## Encadrement

---

Fabien Fohrer (CICRP), Sandie Le Conte (INP), Vincent Gauthier (SATIE), Fabrice Sauvagnargues (MQB)

## Candidature

---

*Merci d'envoyer votre curriculum vitae accompagné d'une lettre expliquant votre intérêt pour le sujet à [fabien.fohrer@cicrp.fr](mailto:fabien.fohrer@cicrp.fr) et [sandie.leconte@inp.fr](mailto:sandie.leconte@inp.fr) indiquant « candidature ATAX » dans l'objet de votre courriel.*