

## Offre de stage de Master 2

### Développement d'approches métabolomiques pour l'étude d'échantillons archéologiques

**Unité de rattachement :** Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continental, UMR IMBE - CNRS 7263 / IRD 237 (<https://www.imbe.fr/>), Equipe « Ecologie, Ecotoxicologie et Chimie appliquées à l'Agroécologie et à la Restauration (EECAR) », Campus Jean-Henri Fabre, Avignon Université

**Encadrement :** Pr Gérald CULIOLI, Lindsay MAS-NORMAND (Doctorante)

**Période de stage :** 1<sup>ème</sup> semestre 2024 (Stage de 5 à 6 mois à débiter si possible en février 2024)

**Dossier de candidature :** Le dossier nécessite **obligatoirement** une lettre de motivation et un CV. Le relevé de notes et le classement de M1 ainsi que l'appui de référents sont fortement conseillés. Les dossiers sont à envoyer à Gérald CULIOLI ([gerald.culioli@univ-avignon.fr](mailto:gerald.culioli@univ-avignon.fr)).

**Profil recherché :** M2 en chimie/biochimie analytique. Des connaissances en métabolomique, phytochimie, chimiométrie et/ou archéométrie moléculaire seraient un plus. Capacité de synthèse et de rédaction. Maîtrise de l'anglais (écrit). Grande motivation et dynamisme.

**Cadre :** Le sujet de ce stage est en lien avec un projet inter-laboratoires financé par l'Institut Archéologie Méditerranéenne - ARKAIA (Aix-Marseille Université).

Le stage aura lieu au niveau du Campus Jean-Henri Fabre d'Avignon Université (à 7 km du centre-ville d'Avignon, desservie par plusieurs lignes de bus/tram) et fera l'objet d'une gratification journalière réglementaire.

## Présentation du sujet de stage

### **Contexte scientifique**

Ce stage de Master 2 s'intègre à l'une des thématiques de recherche de l'équipe « *Ecologie, Ecotoxicologie et Chimie appliquées à l'Agroécologie et à la Restauration (EECAR)* » de l'UMR IMBE ; à savoir la caractérisation de chimiomarqueurs organiques au sein d'échantillons patrimoniaux afin notamment d'améliorer leur conservation-restauration, mais également de répondre à des questions d'ordre archéométrique.

Dans le cadre du projet MétaMOA financé par l'Institut d'Archéologie Méditerranéenne - ARKAIA, ce stage de Master 2 vise à développer des approches métabolomiques applicables à différentes techniques analytiques (GC-MS, Py-GC-MS, LC-MS et SFC-MS) et spécifiquement dédiées à des échantillons archéologiques (résines, sédiments, ossements...) issus de travaux en cours des différents partenaires du projet (laboratoires IMBE, CEREGE et LAMPEA).

L'équipe dispose sur site d'un large panel d'appareillages analytiques (IR-TF, GC-MS, UHPLC-DAD...) qui est complété par celui de la plateforme analytique 3A d'Avignon Université (UHPLC-HR-MS, Py-GC-MS, RMN...).

### **Objectifs du stage et missions du stagiaire**

Le but de ce stage, en lien avec des travaux de thèse en cours dans les laboratoires partenaires du projet, consistera en trois tâches principales :

(1) la mise au point de protocoles de Py-GC-MS qui permettent l'analyse des matières organiques archéologiques même lorsqu'elles sont polymérisées et/ou piégées dans des matrices inorganiques et difficilement extractibles avec les méthodes classiques. Le stagiaire préparera des échantillons, principalement des matrices protéiques contemporaines et archéologiques, mettra en œuvre leur analyse par Py-GC-MS et développera des traitements de données par métabolomique (via MZmine 3) adaptés à la fois à la technique analytique mais également aux échantillons étudiés. Il sera également impliqué dans la rédaction d'un protocole qui pourra être diffusé aux différents partenaires du projet.

(2) la mise au point de méthodologies de traitements métabolomiques à partir de données obtenues en LC-MS (IMBE & CEREGE), GC-MS (IMBE), SFC-MS (CEREGE) et Py-GC-MS (IMBE) sur des matrices naturelles fraîches et artificiellement dégradées. Le stagiaire mettra en œuvre et optimisera en lien avec les partenaires du projet des protocoles adaptés à chaque jeu de données et mettra en évidence les principaux chimiomarqueurs qui en découleront.

(3) le développement de l'annotation de chimiomarqueurs taxonomiques et de dégradation, via notamment l'utilisation de l'approche des réseaux moléculaires. Le stagiaire débutera l'annotation des principaux chimiomarqueurs mis en évidence lors de l'étape précédente en utilisant différentes méthodes (interprétation des spectres de masse, interrogation des bases de données, mise en œuvre de réseaux moléculaires)

Ces protocoles analytiques pourront ensuite être appliqués à l'étude : (i) de substances organiques naturelles utilisées en Egypte antique ; afin de conduire à l'identification des résines employées alors et ainsi d'aborder les questions de provenance de matières premières et d'échanges commerciaux, et (ii) d'ossements et de sédiments issus des sites archéologiques du Portel-Ouest et de Tournal (Occitanie) ; afin d'identifier des marqueurs d'alimentation et d'étudier les mécanismes de dégradation de la matière organique sur des temps très longs (plusieurs dizaines de milliers d'années).