

Sujet Stage M2 : Etudes du vieillissement artificiel des liants protéiques des peintures murales

Contexte et objectifs du projet

Les peintures murales anciennes sont constituées de pigments et de liants d'origine naturelle. Certaines peintures murales sont exécutées avec des liants protéiques comme les colles animales, le lait et l'œuf. Ces composants sont facilement sujets à la dégradation selon leur degré d'exposition à la chaleur, à l'humidité, aux agents polluants et à la lumière naturelle ou artificielle. L'altération des liants conduit à la dégradation de peintures anciennes et pose le problème de leur conservation.

L'étudiant, durant son stage de Master 2, devra prendre la suite du travail effectué au cours d'un stage M2 précédent, réalisé en 2025 et qui a mis au point l'identification des caséines du lait et de l'ovalbumine dans les peintures murales, ainsi qu'observé les changements de leur composition au cours de vieillissement en utilisant la chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse (UHPLC-MS). Ces études préliminaires ont été effectuées en utilisant des protéines en solution ou préparées avec de la chaux et appliquées sur une plaque de verre, mais en absence de pigments minéraux.

L'étudiant de M2 pendant le stage en 2026 devra donc fabriquer des échantillons en présence de pigments minéraux puis adapter la méthode de traitement de l'échantillon, de l'extraction des protéines liantes à leur hydrolyse par la trypsine. En effet le pigment minéral pourrait entre autres modifier le rendement d'extraction des protéines en les rendant moins solubles dans le solvant d'extraction et/ou perturber l'action de la trypsine. L'étudiant devra également mettre en évidence le rôle éventuel des pigments minéraux dans l'apparition plus ou moins rapide des modifications des protéines lors d'études de vieillissement artificiels.

Pendant ce stage l'étudiant abordera la méthode d'analyse protéomique *bottom-up*. Il utilisera la méthode déjà mise au point pour l'analyse des caséines et de l'ovalbumine. Il pourra être amené à mettre au point l'identification d'autres protéines liantes comme la vitellogénine (protéine du jaune d'œuf) et le collagène, en utilisant, avant l'analyse UHPLC-MS/MS, un traitement *in silico* sur les séquences des protéines pour prévoir les peptides qui se formeront après hydrolyse. L'étudiant devra également mettre en place des études de vieillissement artificiel des protéines liantes en présence de divers pigments minéraux afin d'étudier l'impact de la présence de ces pigments, de l'humidité relative et de la température, sur l'apparition des modifications des protéines. Dans ce contexte il sera amené à aborder les notions de plans d'expériences.

Profil recherché et modalités du stage

Le candidat, possédant une bonne connaissance générale de chimie organique et analytique, devra montrer son intérêt dans l'analyse des objets du patrimoine. Il devra avoir des notions sur les molécules biologiques, en particulier les protéines. Il devra avoir une connaissance théorique en préparation d'échantillons, en chromatographie et en spectrométrie de masse. L'expérience pratique

de ces méthodes sera un plus. Le candidat devra présenter un gout prononcé pour l'expérimentation et manipulations de paillasse. La bonne connaissance d'anglais (compréhension et rédaction de textes) sera nécessaire.

Niveau de qualification requis : Master 2 en cours

Durée du stage : 6 mois

Date prévisionnelle de démarrage : au rythme des étudiants de M2, selon les universités ou écoles.

Localisation du stage

Le stage se déroulera principalement à ICP (CNRS 8000) / site LETIAM (Laboratoire d'Étude des Techniques et Instruments d'Analyse Moléculaire), 13 avenue des Sciences, 91190 Gif/Yvette.

Certaines parties de ce stage seront réalisées au CRC (CNRS UAR 3224) / site LRMH (Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques), 29 rue de Paris, 77420 Champs-sur-Marne.

Informations complémentaires et dépôt de candidatures

Marie-Claude Menet (marie-claude.menet@universite-paris-saclay.fr) et Witold Nowik (witold.nowik@culture.gouv.fr).