

STAGE DE MASTER 2 au Centre de Recherche sur la Conservation

Etude des papiers et leur dégradation par microscopie multiphoton

Largement utilisée dans le domaine biomédical, la microscopie multiphoton ou microscopie optique non linéaire (NLO) est une technique véritablement innovante dans le domaine du patrimoine. Elle permet une imagerie tridimensionnelle à l'échelle micrométrique, non invasive et non destructive pour les matériaux, aussi bien sur des échantillons, que sur des objets entiers. L'instrument permet la collecte de signaux de génération de seconde harmonique (SHG), spécifiques à l'organisation non centrosymétrique, comme dans le collagène fibrillaire et la cellulose, et la collecte conjointe de signaux de fluorescence et de spectres de fluorescence pour caractériser la nature de cette fluorescence. Cette technique offre ainsi de nouvelles possibilités pour examiner l'organisation morphologique et l'état de dégradation d'une grande variété de matériaux présents dans le patrimoine culturel et naturel, notamment les matériaux à base de collagène (parchemin, cuir, spécimens d'histoire naturelle, os), les matériaux à base de cellulose (papier, textile, bois) ou les objets vernis (peintures, instruments de musique).

Le Centre de Recherche sur la Conservation (CRC) et le Laboratoire d'Optique et Biosciences (LOB) de l'École Polytechnique mènent des recherches depuis une dizaine d'années visant à développer l'utilisation de la microscopie multiphoton pour l'étude des matériaux du patrimoine et plus particulièrement sur l'étude de la dégradation du collagène au sein des parchemins [1-3]. Au printemps 2024, le premier microscope multiphoton dédié et ouvert à la communauté du patrimoine culturel et naturel a été installé au sein du CRC sur le site du Museum national d'Histoire naturelle. Afin d'élargir le champ d'application de la technique, ce stage vise à explorer son potentiel pour l'étude de la cellulose et sa dégradation au sein de papiers. Pour cela, il sera nécessaire dans un premier temps, de définir les conditions expérimentales optimales du microscope pour l'analyse de ce type de matériau. Une fois ces conditions établies, des mesures seront réalisées sur différents types de papier pour examiner l'impact des constituants (fibres et non fibres) et du mode de mise en pâte sur la structure morphologique du matériau ainsi que sur les signaux SHG et de fluorescence. Enfin, une part importante de ce stage sera dédiée à l'étude de la dégradation de la cellulose du papier. Pour cela, des mesures en microscopie multiphoton seront réalisées sur des échantillons de papier modèles vieillissants artificiellement au laboratoire dans différentes conditions climatiques et dont l'état de dégradation aura été préalablement quantifié par des techniques de référence. L'objectif sera ainsi d'évaluer si cette technique de microscopie peut offrir un complément de caractérisation non-invasive de l'état de dégradation du papier à partir du rapport des signaux collectés.

Compétences attendues : solides connaissances en physique, physico-chimie ou sciences des matériaux, avec un attrait pour l'optique et les techniques de caractérisation. La curiosité scientifique, le sens de l'organisation, la motivation et l'autonomie sont des qualités nécessaires. Un intérêt pour la conservation des biens culturels ou le patrimoine en général sera apprécié. Capacité à travailler en équipe pluridisciplinaire et dans plusieurs laboratoires. Connaissance de l'anglais scientifique et bonnes capacités rédactionnelles.

Le stage qui débutera début 2026 se déroulera principalement au sein de l'équipe CRCC du CRC situé au Museum national d'Histoire naturelle à Paris en interaction forte avec les chercheurs du Laboratoire d'Optique et Biosciences (LOB) de l'Ecole Polytechnique (Palaiseau).

Contacts : CV & lettre de candidature seront à adresser à Laurianne Robinet (responsable microscope multiphoton) laurianne.robinet@mnhn.fr et Anne-Laurence Dupont (responsable pôle papier) anne-laurence.dupont@mnhn.fr
www.crc.mnhn.fr

- [1] M. Schmeltz et al., Science Advances (2021) - <https://doi.org/10.1126/sciadv.abg1090>
- [2] G. Galante et al., APL Photonics (2025) - <https://doi.org/10.1063/5.0250484>
- [3] G. Latour et al., Scientific Reports (2016) - <https://doi.org/10.1038/srep26344>