

MASTER DE CHIMIE DE PARIS CENTRE - M2S2
Proposition de stage 2020-2021

Parcours type(s) / Specialty(ies) :

- Chimie Analytique, Physique et Théorique / *Analytical, Physical and Theoretical Chemistry* :
- Chimie Moléculaire / *Molecular Chemistry* :
- Chimie et Sciences Du Vivant / *Chemistry and Life Sciences* :
- Chimie des Matériaux / *Materials Chemistry*:
- Ingénierie Chimique / *Chemical Engineering*:

Laboratoire d'accueil / Host Institution

Intitulés / *Name* : Laboratoire de Réactivité de Surface/ Transformations intégrées de la matière renouvelable

Adresse / *Address* : Sorbonne Université place Jussieu Paris/ UTC Compiègne

Directeur / *Director (legal representative)* :Hélène Pernot/ Isabelle Pezron

E-mail : helene.pernot@upmc.fr/ isabelle.pezron@utc.fr

Equipe d'accueil / Hosting Team :

Adresse / *Address* : place Jussieu Paris/ UTC Compiègne

Responsable équipe / *Team leader* : Claude Jolival/Erwann Guénin

Site Web / *Web site* : <http://www.lrs.upmc.fr/fr/index.html>

Responsable du stage (encadrant) / *Direct Supervisor* : Claude Jolival/Erwann Guénin

Fonction / *Position* :professeurs

Tél / *Tel* : 01 44 27 60 13

E-mail : claude.jolival@upmc.fr/erwann.guenin@utc.fr

Période de stage / *Internship period* * : février à juin 2021

* min. 5 mois à partir du 18 janv 2021 / *min. 5 months not earlier than January, 18th 2021.*

Fin de stage au plus tard le 16/07/2021 ou le 30/09/2021 (dates de validation de diplôme). / *End of internship at the latest July 16, 2021 or Sept. 30, 2021 (dates of graduation).*

Projet scientifique

Les bioprocédés classiques de traitement des eaux usées avèrent inefficaces pour le traitement de certains micropolluants organiques présents en faible concentration mais dont la persistance dans l'environnement et la toxicité posent des problèmes de santé publique. Les technologies actuellement disponibles à l'échelle industrielle pour éliminer efficacement les micropolluants des eaux usées sont basées sur la filtration sur membrane ou sur sable et l'adsorption sur charbon actif dont les performances baissent avec le temps suite à des phénomènes d'encrassement et de saturation, respectivement, et ont l'inconvénient de déplacer uniquement la pollution. D'autre part, après le processus d'adsorption, le carbone doit être récupéré et régénéré par filtration ou centrifugation avec des pertes possibles ou le colmatage des filtres. La biodégradation est donc considérée comme un procédé alternatif de choix, d'autant qu'elle répond aux principes de la chimie verte, plus propre et plus durable.

Dans ce contexte, nous proposons de développer un procédé de dépollution de l'eau basé sur la dégradation de molécules organiques par des enzymes d'oxydo-réduction produites par certains champignons de la pourriture blanche, et notamment la laccase de *Trametes versicolor*. L'efficacité de la laccase à dégrader certains colorants organiques, voire de les recycler a été démontrée notamment avec l'Abu62, un colorant azoïque bleu toxique qui est bio-transformé par la laccase en un autre colorant, rouge et non toxique. Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet européen et a conduit à la production et à l'utilisation par des industriels de plusieurs de ces bio-colorants dans le domaine du textile et de la maroquinerie [1]. D'autres molécules visées par une telle biotransformation sont certains pesticides de la famille des phénylurées qui sont les herbicides les plus utilisés ou certains micropolluants d'origine pharmaceutique dont la prévalence dans les eaux devient une préoccupation importante[2].

Dans le cadre du développement d'un procédé durable, nous proposons d'utiliser pour immobiliser l'enzyme un support biocompatible synthétisé selon les principes de la chimie verte à base de fibroïne, qui est, avec la séricine, une des deux protéines constituant la soie, elle-même secrétée par le ver à soie d'élevage ou les araignées. Nous proposons de mettre en œuvre une méthode originale de réticulation par voie biocatalytique de la fibroïne pour former un hydrogel. Le matériau sera multifonctionnel grâce d'une part à l'activité résiduelle de la laccase utilisée pour la réticulation et d'autre part par la co-encapsulation de nanoparticules catalytiques d'oxydes métalliques.

Dans le souci de suivre et d'améliorer l'efficacité du procédé, des outils d'analyse spectroscopique seront utilisés pour le suivi en temps réel à la fois de la dégradation et de la répartition des différents composés (enzyme, polluant) au sein du support solide. En particulier, des mesures de spectroscopie Raman in situ et ex-situ seront mises en œuvre grâce à des sondes de focales différentes qui permettront de sonder le matériau à des échelles spatiales différentes[5]. La spectroscopie Raman, peu utilisée jusqu'à présent dans le suivi des bioprocédés a l'avantage par rapport à la spectroscopie Infra rouge de pouvoir s'affranchir du signal de l'eau, qui est le composé majoritaire du système. Associée à des techniques chimiométriques de traitement des données spectrales, ces analyses spectroscopiques permettront de mettre en évidence en conditions de fonctionnement du bioréacteur des modifications structurales éventuelles de l'enzyme et du support et ainsi optimiser les conditions de fonctionnement ou de synthèse du matériau. Enfin les polluants ainsi que leurs produits de dégradation seront identifiés.

Ce travail collaboratif et pluridisciplinaire impliquant les **bioprocédés** et la **chimie des matériaux** s'appuie sur les compétences de deux groupes de recherche complémentaires. Le laboratoire TIMR de l'UTC possède une bonne expertise sur la formation d'hydrogels de fibroïne et maîtrise la synthèse et la fonctionnalisation de nanoparticules métalliques et de leur application pour la catalyse et l'environnement. Le LRS de Sorbonne Université apporte son expertise en biocatalyse et en spectroscopies. L'organisation du travail entre le LRS et le TIMR tiendra compte du lieu de résidence de l'étudiant.

Ce projet a été soutenu par l'Institut des Matériaux de Sorbonne Université lors de son appel à projet 2020 et un projet de dépôt de brevet est en cours d'instruction.

1. Enaud, E., et al., *Enzyme and Microbial Technology*, 2011. 49(6-7): p. 517-525.
2. Grandclément, C., et al., *Water Research*, 2017. 111: p. 297-317.
3. Zhang, C., et al., 2012. 13(7): p. 2148-2153.
4. Numata, K., et al., 2017. p. 1937-1937-1946.
5. Chevrel, M.-C., et al., *Chemical Engineering Science*, 2014. 106: p. 242-242-252.