

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **27 juin 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur LARRIEU Mathis**

Titre de la thèse : « *Développement de mousses catalytiques pour la dépollution chimique et microbienne de l'eau en photoréacteur* »



Résumé

La pollution des ressources en eau ne cesse d'augmenter, accompagnée d'une diversification notable des contaminants chimiques et microbiens. Face à l'explosion démographique, cette situation est vouée à évoluer défavorablement. Il devient ainsi essentiel de développer de nouveaux moyens de traitement de l'eau, à la fois peu onéreux et polyvalents. Cette thèse propose une amélioration des performances d'un dispositif de décontamination de l'eau par UV-C, basée sur le développement de mousses catalytiques. Le traitement par UV, bien qu'efficace contre les micro-organismes, reste limité contre les polluants chimiques et peu performant en cas d'effluents troubles. Le système développé est respectueux de l'environnement, économique, et permet à la fois l'élimination des micro-organismes et la dégradation des polluants chimiques, ce qui participe à l'originalité de ces travaux. Les mousses de polyuréthane à cellules ouvertes sont utilisées comme support catalytique, celles-ci étant disponibles à faible coût, hautement recyclables et présentant une morphologie très avantageuse pour des applications en traitement de l'eau. La surface inerte de ces mousses a été fonctionnalisée avec succès avec un polymère bio-inspiré de la moule marine. Ce polymère biocompatible est réalisé en conditions douces et permet un greffage robuste de catalyseurs à la surface des mousses. Deux mousses catalytiques différentes ont ainsi été développées, l'une permettant la dégradation photocatalytique des contaminants chimiques à l'aide de TiO_2 et de lumière UV, et l'autre permettant un traitement antimicrobien ne nécessitant pas l'utilisation des UV, grâce à des nanoparticules d'argent. Un photoréacteur a ensuite été développé puis caractérisé en évaluant les performances photocatalytiques des mousses activées au TiO_2 pour la dégradation de l'acide formique. Ces tests ont mis en évidence le degré de stabilité particulièrement élevé du revêtement photocatalytique, permettant sa réutilisation sur au moins 15 cycles sans perte majeure.

d'activité, ainsi que la dégradation de l'acide formique et l'élimination d'un mélange de polluants. Le revêtement à base d'argent, réalisé par une voie de fonctionnalisation originale en une seule étape, a été optimisé et testé sur quatre souches pures de micro-organismes pathogènes, placées dans des conditions de croissances optimales. La mousse a démontré sa capacité à éliminer totalement les micro-organismes de ces cultures concentrées en 3 à 24 heures. Ce revêtement présente une bonne stabilité, facilitant plusieurs réutilisations de la mousse sans diminution significative de son efficacité. Les mécanismes d'action associés à l'effet antimicrobien ont été évalués, mettant en évidence la capacité de cette mousse à induire un stress oxydatif chez les bactéries, inhibant durablement leur croissance, et conduisant à leur mort. Cette mousse permet ainsi l'abattement des micro-organismes sans utiliser d'UV. Finalement, l'association au sein du même réacteur des deux mousses développées a permis d'atteindre un niveau d'épuration satisfaisant sur des échantillons d'eaux usées réelles. Le système développé propose ainsi une solution efficace pour le traitement de l'eau, et peut être facilement adapté et modulé pour répondre à des besoins spécifiques en fonction de la nature des effluents à traiter.