

OFFRE DE POST-DOCTORAT AU LEESU

Traitement avancé des micropolluants dans les eaux usées : Etude de la formation de produits de dégradation par analyse HRMS et évaluation technico-économique des procédés

Contexte

Le Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains (Leesu), en partenariat avec le Service Public de l'Assainissement Francilien (SIAAP), travaille depuis une quinzaine d'années sur le comportement des polluants prioritaires et d'autres substances le long des filières de traitement des eaux résiduaires urbaines et dans les procédés de traitement avancés (adsorption sur charbon actif, ozonation), dans le cadre du programme de recherche OPUR (Observatoire des Polluants Urbains en Ile-de-France, <https://www.leesu.fr/opur/>). Récemment, le SIAAP s'intéresse à la désinfection des effluents d'eaux usées rejetés en Seine en vue d'améliorer la qualité sanitaire des eaux pour les JO 2024. Des essais de désinfection à l'acide performique ont notamment été réalisés à l'échelle industrielle, et une thèse de la phase 5 d'OPUR (thèse C. Nabintu Kajoka, 2020-2023) a été menée pour comprendre les mécanismes réactionnels de l'acide performique avec les eaux usées, en particulier avec les micropolluants organiques.

Ce travail de thèse a eu pour objectif d'améliorer la compréhension et l'élimination des micropolluants pharmaceutiques (résidus de médicaments) le long des filières de traitement des eaux résiduaires urbaines (ERU), et a notamment évalué le potentiel de l'acide performique pour l'élimination de ces micropolluants. Des expérimentations ont d'abord été réalisées avec l'acide performique seul, puis en couplage avec d'autres procédés ou oxydants chimiques (ex. UV-C/PFA, ozone/PFA, UV-C/H₂O₂, ozone/H₂O₂...). Ces expériences ont été menées à la fois à l'échelle laboratoire (réacteurs batch) et à l'échelle pilote (alimenté en continu par un effluent d'ERU sur l'usine de Seine Centre). L'élimination de produits pharmaceutiques a été évaluée à partir d'analyses ciblées d'une trentaine de molécules, permettant d'établir des relations entre les propriétés physico-chimiques des molécules (notamment le logP) et leur élimination par les différents procédés.

Au cours de ces expérimentations, des analyses non-ciblées par spectrométrie de masse haute résolution (HRMS) ont été réalisées (UPLC-IMS-QTOF disponible dans la plateforme Prammics de l'OSU Efluve) afin de suivre l'évolution des micropolluants organiques au cours des différents traitements, et de potentiellement identifier certains produits de dégradation des molécules étudiées.

Cadre et partenaires du projet

Ce travail s'insère dans les actions de recherche du Leesu dans le programme OPUR, en forte collaboration avec le SIAAP et l'Institut Européen des Membranes (IEM Montpellier).

Les analyses de contaminants émergents s'appuient sur les instruments analytiques de la plateforme Prammics (OSU Efluve), en particulier les instruments de chromatographie en phase liquide (Waters Vion – UPLC-IMS-QTOF et Shimadzu HPLC Fraction collector). L'UPLC-IMS-QTOF est un instrument de HRMS équipé d'une séparation par mobilité ionique (IMS).

Objectifs

Les objectifs de ce travail sont les suivants :

- exploiter les données HRMS obtenues pour identifier le comportement des produits dégradés et la formation de produits de transformation,
- déterminer à partir de l'ensemble des données obtenues (analyses ciblées et non-ciblées) les performances et les limites de tous les procédés d'oxydation, et en estimer la faisabilité opérationnelle (d'un point de vue technico-économique) afin de déterminer si ce type de traitement est adapté aux eaux usées et aux contraintes opérationnelles,
- des expérimentations de laboratoire complémentaires pourront être envisagées pour affiner la compréhension des mécanismes réactionnels et de la formation de produits de transformation lors des procédés d'oxydation.

Laboratoire d'accueil

Le travail se déroulera au Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains (LEESU - UMR MA102 (Université Paris-Est Créteil et École des Ponts ParisTech), principalement sur le site de la Maison des Sciences de l'Environnement à Créteil (61 avenue du Général de Gaulle, Créteil). Des déplacements ponctuels pourront être à prévoir au sein des locaux du SIAAP à Colombes.

Profil recherché

Doctorat en chimie de l'environnement ou chimie analytique, ou en bioinformatique/biostatistiques :

- Compétences en chimie analytique, notamment en analyse par HRMS (ou spectrométrie de masse de manière générale)
- Compétences en traitement de données HRMS
- Connaissances en chimie de l'environnement (polluants organiques, mécanismes d'oxydation/transformation)
- Aisance dans la rédaction et bon niveau d'anglais

Contacts et modalités de candidature

Encadrement

- Julien Le Roux, maître de conférences UPEC, chimie analytique, outils statistiques et numériques, chimie de l'environnement (julien.le-roux@u-pec.fr)
- Marcos Oliveira, Responsable Service Technique Process Mécanismes Epuratoire, Direction Innovation du SIAAP (marcos.oliveira@siaap.fr)
- Echanges à prévoir avec Johnny Gasperi (Université Gustave Eiffel), Stephan Brosillon (Institut Européen des Membranes) et Christelle Nabintu Kajoka (Université de Limoges)

Candidature :

Envoyer CV, lettre de motivation et contact de référent scientifique à julien.le-roux@u-pec.fr.