

Offre de thèse 2022

Doctorant

Sujet : Evaluation d'un traitement biologique par utilisation bioréacteur anaérobie à membrane à boues granulaires de micropolluants organiques dans les eaux de rejets urbains

IMT Mines Alès – Centre CREER

Etablissement : IMT Mines Alès (Ecole nationale supérieure des mines d'Alès)

Centre de recherche et d'enseignement : Centre de Recherche et d'Enseignement en Environnement et Risques (CREER).

Localisation : Alès et Montpellier

Type de contrat : Contrat de Droit Public 36 mois / Temps plein

Date de prise de poste : 1^{er} Octobre 2022

1. Présentation de notre établissement et du centre CREER

1.1. L'Institut Mines-Télécom

L'institut Mines-Télécom (IMT), grand établissement au sens du code de l'éducation, est un établissement public scientifique, culturel et professionnel (EPSCP) placé sous la tutelle principale des ministres chargés de l'industrie et du numérique. Premier groupe d'écoles d'ingénieurs en France, il fédère 11 écoles d'ingénieur publiques réparties sur le territoire national, qui forment 13 500 ingénieurs et docteurs. L'IMT emploie 4500 personnes et dispose d'un budget annuel de 400M€ dont 40% de ressources propres. L'IMT comporte 2 instituts Carnot, 35 chaires industrielles, produit annuellement 2100 publications de rang A, 60 brevets et réalise 110M€ de recherche contractuelle.

1.2. IMT Mines Alès

Créée en 1843, IMT Mines Alès compte à ce jour 1200 élèves (dont 200 étrangers) et 350 personnels. Elle possède deux campus à Alès et est également implantée à Montpellier et Pau. Ses élèves sont des ingénieurs généralistes, des ingénieurs de spécialité (par apprentissage), des doctorants et des élèves de masters ou mastères spécialisés. Elle accueille de plus 500 stagiaires en formation continue professionnelle. L'école dispose de 3 centres de recherche de haut niveau scientifique et technologique, qui œuvrent dans les domaines des matériaux et du génie civil (C2MA), de l'environnement et des risques (CREER), de l'intelligence artificielle et du génie industriel et numérique (CERIS). Ces entités regroupent environ 90 enseignants-chercheurs permanents (dont 48 HDR), 25 personnels techniques et 12 personnes administratifs de soutien à la recherche, 125 doctorants et post-doctorants, qui produisent chaque année 90 publications de rang A et 3M€ de contrats de recherche, dont 1M€ de contrats directs avec les entreprises. IMT Mines Alès est accréditée à délivrer le diplôme de docteur dans 5 écoles doctorales. Elle dispose de 12 plateformes technologiques et compte 1600 entreprises partenaires. La créativité est une caractéristique forte qui irrigue toutes ses activités. L'école fut la première à créer un incubateur en 1984 (200 entreprises créées à ce jour, 1000 emplois). L'école offre des parcours professionnels riches et variés : les enseignants-chercheurs ont des possibilités de mobilités professionnelles dans les différentes écoles de l'IMT et peuvent également occuper s'ils le souhaitent des responsabilités au sein des directions fonctionnelles de l'école (direction des études, de la recherche, de l'international, du développement économique...) sur une partie de leur temps.

IMT Mines Alès a noué des partenariats structurants avec le CNRS et les universités de Montpellier, de Nîmes et de Pau. Les centres de l'école ont en particulier développé des collaborations scientifiques solides avec les unités de recherche HSM, LMGC, IPREM, EUROMOV et CHROME. Des démarches d'adhésion à ces UMR ou de création de nouvelles UMR sont en cours avec ces partenaires.

1.3. Centre de Recherche et d'Enseignement en Environnement et Risques (CREER)

Au sein de l'École, IMT Mines Alès, le centre de recherche et d'enseignement en environnement et risques (CREER) conduit des activités de recherches dans les domaines de l'environnement industriel et du risque. Il regroupe :

- L'équipe « Eau Ressources et Territoires » (ERT),
- L'équipe « Etude des Risques et de la QUALité de l'air » (EUREQUA).

L'équipe de recherche ERT travaille sur la gestion intégrée de l'eau à l'aide d'une large palette de compétences capitalisant sur des savoir-faire de recherche en biologie, chimie, mesure et développement de capteurs, écologie industrielle, géologie, géostatistique, statistique et modélisations hydro(géo)logique et statistique.

La variété de ces disciplines permet de relever les grands défis liés à l'eau qui nécessitent des compétences variées (surveillance, déploiement de réseaux de capteurs, modélisation, gestion...) permettant à l'équipe de s'intégrer dans des projets pluridisciplinaires et de s'impliquer dans plusieurs cercles et communautés, amplifiant ainsi son rayonnement.

L'équipe ERT est forte de 11 enseignants chercheurs dont 5 HDR, 3 techniciennes et ingénieure, 1 post-doc et 9 doctorants. Elle atteint ainsi une taille permettant d'avoir une dynamique scientifique riche et un rayonnement aux niveaux régional, national et international, notamment dans le cadre de contrats doctoraux en cotutelle. L'équipe ERT est intégrée depuis janvier 2021 dans l'UMR HydroSciences Montpellier (HSM), (Université de Montpellier, IRD, CNRS). La recherche du personnel d'ERT se déroule au sein de cinq des six équipes de l'UMR HSM. Cette UMR est très impliquée dans des chantiers et observatoires dont certains sont implantés dans les pays du Sud (Tunisie, Côte d'Ivoire par exemple). La personne recrutée contribuera notamment aux activités de recherche conduites par l'équipe ConTem (contaminants émergents) et développées au sein du thème transversal « Enjeux Environnementaux et Sanitaires ».

2. Description de l'emploi

Le sujet d'étude porte sur l'évaluation d'un traitement biologique par utilisation bioréacteur anaérobie à membrane à boues granulaires de micropolluants organiques dans les eaux de rejets urbains.

Devant les défis engendrés par la gestion des ressources en eau, les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont désormais considérées comme une source alternative d'eau, de nutriments et d'énergie. Or, les eaux de rejets urbains constituent une des sources principales de la contamination en polluants organiques des milieux aquatiques. En effet, les exercices RSDE STEU ont démontré qu'une partie de ces polluants ne sont pas ou que partiellement éliminés par les procédés actuellement utilisés par les stations de traitement.

Parmi les polluants émergents d'intérêt, les résidus médicamenteux et les composés perfluorés ont attiré l'attention de la communauté scientifique de par leurs persistance, mobilité et toxicité élevées. Ces 2 familles de substances présentent ainsi les caractéristiques communes d'être très fréquemment retrouvées dans les eaux de rejets et d'être mal dégradées par les procédés utilisés généralement dans les stations d'épuration.

De plus, les procédés de traitement aboutissent fréquemment à la formation de sous-produits de dégradation qui peuvent présenter une toxicité égale ou parfois supérieure à leur composé parent. De nombreux produits de transformation ont ainsi été identifiés dans des effluents traités par des procédés d'oxydation avancée et leur potentielle toxicité pour les milieux aquatiques a été démontrée. Il est donc nécessaire d'établir des stratégies de caractérisation permettant de suivre les composés parents et leurs produits de dégradation et cela dans les différents milieux intervenant dans le procédé.

Des études de recherche menées sur des micropolluants organiques émergents ont abouti au constat que des procédés adaptés doivent être utilisés pour leur traitement notamment pour garantir la qualité des eaux en vue d'une re-use. Dans cette optique, les systèmes de traitement à base de bioréacteurs à membrane anaérobie (BàMAN) apparaissent comme un procédé à fort potentiel. Ces dernières années, les BàMAN ont suscité un intérêt particulier par rapport aux procédés biologiques conventionnels. Leurs avantages sont multiples par rapport aux procédés conventionnels parmi lesquels l'amélioration de la biodégradation de certains micropolluants organiques récalcitrants, la qualité microbiologique des effluents, la faible production de boues et le fort potentiel de production de biogaz.

Les objectifs de cette thèse sont de répondre aux nécessités actuelles pour :

- Développer des méthodes de caractérisation pour assurer le suivi des micropolluants ciblés (médicaments et perfluorés) mais également de leurs principaux produits de dégradation dans les différentes matrices du bioréacteur afin de pouvoir évaluer les performances du traitement considéré.
- Caractériser les procédés de dégradation et de transformation des micropolluants d'intérêt dans un bioréacteur membranaire de digestion anaérobie, en déterminant les cinétiques de dégradation et en identifiant les produits de transformation formés par la biomasse bactérienne.
- Déterminer la toxicité des produits de transformation identifiés afin d'évaluer les effets et de les corréler avec les mesures physico-chimiques.
- Ajuster les conditions opératoires du bioréacteur à membrane anaérobie pour favoriser l'élimination biologique des micropolluants organiques récalcitrants présents dans les eaux de rejets.

Le traitement biologique sera assuré au sein d'un bioréacteur anaérobie à membrane à boues granulaires. Les bioréacteurs à membrane à biomasse granulaire impliquent la mise en œuvre de micro-organismes cultivés en conditions anaérobies et sous forme floculée et granulaire avec une séparation solide/liquide améliorée par l'utilisation de membranes immergées. Cette biotechnologie hybride promet des performances supérieures aux technologies conventionnelles avec des concentrations en biomasse active très élevées et avec une diversité microbienne très importante : i.e. biomasse présente à la fois sous forme de floccs, granules et biofilm.

Des méthodes analytiques seront développées pour la mesure des résidus médicamenteux et des composés perfluorés sélectionnés pour chacune des matrices du bioréacteur. Les premiers essais de traitement seront couplés avec un screening analytique. Les empreintes chimiques obtenues viseront à mettre en évidence et identifier les sous-produits de dégradation formés durant le traitement. Des méthodes ciblées seront ensuite développées pour quantifier les substances d'intérêt et les produits de dégradation.

Les cinétiques de dégradation des polluants considérés seront mesurées et le suivi des produits de dégradation permettra d'effectuer un bilan de masse lors du processus de traitement. Les différentes contributions d'abatement et de dégradation impliqués lors du processus de traitement seront déterminés via le suivi des différentes matrices du procédé.

Des mesures de toxicité post-traitement seront effectuées en parallèle avec l'exposition de bactéries luminescentes *Vibrio Fisheri* (système Microtox®).

La thèse est effectuée en collaboration et co-direction avec l'équipe IMemEau de l'Institut Européen des Membranes (IEM- UMR UM/CNRS/ENSCM 5635-Montpellier). La partie traitement sera effectuée au sein de cette équipe alors que la partie analytique et le reste des travaux seront mises en œuvre à l'IMT Mines Alès.

3. Profil et candidature

3.1. Profil recherché et critères généraux d'évaluation

Le (la) candidat(e) aura de solides connaissances en traitement des eaux de rejets. Une expérience de traitement anaérobie par membrane serait un plus. Des connaissances sur la caractérisation des paramètres majeurs des eaux de rejets physico-chimie ainsi que sur la mesure des polluants organiques seront appréciés. Le candidat possédera un niveau d'anglais opérationnel (lu, écrit et parlé).

Mener à bien ce projet, en étant force de proposition, nécessitera de bonnes qualités de curiosité, d'analyse, de synthèse et d'organisation, des aptitudes au travail en équipe, une bonne autonomie et des facilités en matière d'aisance décisionnelle et rédactionnelle.

3.2. Conditions administratives de candidature

Le (la) candidat(e) sera titulaire d'un diplôme de Master 2 (ou équivalent pour un diplôme étranger).

Le poste proposé par l'IMT Mines Alès est un contrat à durée déterminée de 36 mois, à temps plein, contrat de droit public relevant des dispositions du cadre de gestion de l'Institut Mines-Télécom.

Salaire brut annuel : 2 110,90 €

3.3. Modalités de candidature

Les candidatures (CV et lettre de motivation) sont à adresser à : francois.lestremau@mines-ales.fr et andre.sauvetre@mines-ales.fr

- Date limite de clôture des candidatures : 30/06/2022

- Date de prise de fonction souhaitée : 01/10/2022

3.4. Personnes à contacter

- ▶ Sur le contenu du poste :
Francois LESTREMAU, enseignant-chercheur
francois.lestremau@mines-ales.fr - Tél : 04 66 78 27 48

André SAUVETRE, enseignant-chercheur
andre.sauvetre@mines-ales.fr - Tél : 04 66 78 27 65

- ▶ Sur les aspects administratifs :
Anne-Catherine DENNI (responsable du pôle doctorat), anne-catherine.denni@mines-ales.fr,
04.66.78.27.02