

Sujet de thèse

Etude du comportement de micro-particules plastiques modèles dans les dispositifs de gestion urbaine de l'eau par temps de pluie – déversoirs d'orage

Directeurs :

Rémy Bayard, Maître de Conférences INSA-Lyon, HDR - Laboratoire DEEP

remy.bayard@insa-lyon.fr

Valérie Massardier, Maître de Conférences INSA-Lyon, HDR – Laboratoire IMP

valerie.massardier-nageotte@insa-lyon.fr

Etablissement : [INSA de Lyon](https://www.insa-lyon.fr) France

Contexte et objectifs de la thèse

De nombreux produits plastiques en fin d'usage échappent aux filières de traitement et de valorisation et se retrouvent, volontairement ou involontairement dans les différents compartiments de la biosphère, dont l'exutoire final, l'océan (Andrady, 2011 ; Wagner et al., 2014). Depuis une quinzaine d'années, la présence de macro- et micro-particules plastiques (MPs) a été mise en évidence dans les écosystèmes continentaux : les eaux terrestres (rivières, lacs, fleuves, nappes phréatiques), l'air et les sols (agricoles, urbains et industriels). Leurs impacts sur les hydrosystèmes (compartiments d'accumulation, de transfert et de transformation des eaux à l'échelle d'un bassin versant) font l'objet de questionnements scientifiques.

Les hydrosystèmes urbains sont des systèmes clés de la propagation des micro-particules de polymères synthétiques susceptibles de rejoindre l'hydrosphère urbaine (Eriksen et al., 2014). Le projet de thèse étudiera les micro-particules plastiques secondaires multisources issues de la fragmentation des macro-plastiques (produits types emballages, peintures synthétiques, matériaux du BTP, ...), de l'abrasion de pneus de véhicules au contact des chaussées, de l'abrasion des vêtements.

Ces MPs sont susceptibles d'être transférées par le vecteur eau, d'un compartiment à l'autre. A l'échelle urbaine, les dispositifs de gestion des eaux pluviales contribuent au transfert des particules vers les écosystèmes naturels tels que les déversoirs d'orage. Les déversoirs d'orage (DO) installés en réseaux unitaires de gestion des eaux urbaines permettent de réduire la charge hydraulique en stations de traitement des eaux usées, en rejetant le surplus sans traitement vers le milieu naturel. Ces rejets de DO sont la source principale des microplastiques (MPs) en rivière.

L'objectif de ce projet de recherche est l'étude du comportement de micro-particules plastiques dans des dispositifs expérimentaux représentatifs d'hydrosystèmes urbains. Une méthodologie alliant **élaboration et caractérisation de MPs dopés en métaux rares, et l'étude des interactions physico-chimiques entre les MPs et les éléments constitutifs des eaux urbaines avec expérimentations multi-échelle** sera mise en place pour comprendre les mécanismes de transport au sein des DO.

Cette recherche sera réalisée dans le cadre du programme TRANSPLAST (AAP ANR 2023) dont les objectifs sont de caractériser les flux de MPs et leur transport à travers les DO, avec la prise en compte des interactions avec la matière particulaire, et le développement de solutions de remédiation. Ces données permettront de concevoir et d'évaluer des modèles 3D de transport fondés sur la mécanique des fluides numérique.

Organisation de la thèse

La thèse sera structurée en trois tâches principales.

La **Tâche 1**, réalisée en collaboration entre le laboratoire DEEP – INSA Lyon le laboratoire LEHNA - ENTPE, permettra de qualifier et de quantifier les flux de MPs par temps de pluie sur une dizaine de déversoirs d'orage localisés sur le territoire de la métropole de Lyon, sélectionnés pour leur représentativité de multiples contextes urbains. Les caractéristiques hydrodynamiques seront détaillées sur deux DO équipés de dispositifs de suivi. Le doctorant participera aux campagnes d'échantillonnage sur les sites localisés sur la Métropole de Lyon.

L'étude du comportement des MPs dans les DO nécessite de disposer de microparticules synthétiques marquées facilitant leur quantification dans des matrices complexes. L'objectif de la **Tâche 2** est de produire des MPs dopés par des métaux rares (D-MPs) qui permettra leur traçabilité dans les essais en milieux complexes. Au cœur des enjeux techniques de la thèse, cette tâche sera stratégique pour la réalisation des expérimentations identifiées pour la troisième et dernière tâche du programme de thèse.

Au cours de la **Tâche 3**, les investigations expérimentales de laboratoire seront réalisées pour l'étude du comportement des MPs dopés dans les eaux urbaines, plus ou moins riches en particules organiques et inorganiques. Les expérimentations permettront la compréhension des interactions entre ces particules et les matrices solide et liquide et d'établir les conséquences sur les vitesses de sédimentation. Dans le cadre du programme TRANSPLAST, et en collaboration avec un doctorant en modélisation des transferts, ces investigations expérimentales de laboratoire seront complétées par des expériences sur un dispositif permettant de contrôler les flux et quantifier les pollutions dans les DO ([DSM-Flux](#)). Les essais sur pilote DSM-Flux permettront d'estimer la fraction de MPs qu'ils transfèrent du réseau vers le milieu naturel et afin d'améliorer leur piégeage via des designs spécifiques des DO.

La thèse s'appuiera ainsi sur une approche expérimentale à différentes échelles alliant des mesures :

- **Sur site** : développement de procédures d'échantillonnage de matrices liquides et solides, afin de quantifier les masses et les tailles des microparticules plastiques. Les caractéristiques des micro-particules plastiques identifiées in situ seront comparées aux données de la littérature et seront prises en compte lors de l'élaboration des micro-particules modèles.
- **En laboratoire d'analyse**
 - o *Métrologie* : Développement d'une procédure de préparation de micro-particules plastiques modèles dopées par des métaux rares (D-MPs) ; développement de méthodes analytiques complémentaires de caractérisation initiale, d'identification, et de quantification des D-MPs dans des matrices aqueuses complexes ;
 - o *Interactions MPs et matières organiques et inorganiques, selon les conditions pH et de force ionique* : mise en œuvre de protocoles opératoires batch et colonnes de sédimentation, en vue d'identifier et discuter de mécanismes mis en jeu, adsorption, agrégation, ... et leur conséquence sur leur vitesse de chute ;
- **Sur essais pilotes, en collaboration avec un doctorant en modélisation des transferts particuliers** : Essais sur déversoir d'orage pilote pour étudier le transport de MPs au sein de dispositifs modèles d'écoulement des eaux pluviales.

Partenariats :

- ANR : Projet [TRANSPLAST](#) (2023). Ce projet associe cinq laboratoires publics ([DEEP](#), [IMP](#), [LMFA](#), [LEHNA](#), et [LMI](#)). Les résultats permettront aux opérationnels de mieux gérer les rejets des DO, à l'aide de technologies d'interception des MPs ;
- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (en discussion) ;
- EUR – H₂O (en discussion).

Laboratoires d'accueil

DEEP - INSA Lyon EA 7429 Laboratoire Déchets, Eau, Environnement, Pollutions, <https://deep.insa-lyon.fr/>

DEEP est l'un des principaux laboratoires français dans le domaine de l'**ingénierie environnementale**, visant à développer des recherches transversales sur la **gestion des déchets et des eaux urbaines**, la réhabilitation des sols et sédiments contaminés, impliquant des domaines scientifiques tels que la **bio-physico-chimie**, l'**hydrologie urbaine**, la **modélisation CFD**, le **transfert et l'ingénierie des procédés**. Le projet bénéficiera de l'installation de son laboratoire CSO qui sera adapté pour caractériser le transfert de MPs. Le laboratoire DEEP dispose de ses propres équipements analytiques (ICP, Py-GCMS et autres) et d'un personnel spécialisé dans l'analyse (2 membres permanents du personnel).

IMP - INSA Lyon, UMR 5223 Laboratoire d'Ingénierie des Matériaux Polymères (IMP), UMR CNRS 523 <http://www.imp.cnrs.fr/>

Les activités de l'IMP vont de la synthèse à la **formulation de polymères**, leur **élaboration et caractérisation**, autour d'enjeux sociétaux majeurs. L'IMP conduit des études sur des aspects fondamentaux de la compréhension associés aux propriétés applicatives de matériaux polymères.

Profil recherché

Le profil attendu privilégie une formation de base en science des matériaux polymères, un goût prononcé pour le travail expérimental, l'esprit d'équipe, un bon niveau d'anglais et, si possible, des compétences en chimie de l'environnement.

Rémunération

2 100 euros brut /mois

<https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/le-financement-doctoral-46472>

Date de démarrage souhaitée

Février - Mars 2024

Candidature

Merci d'envoyer CV et lettre de motivation à remy.bayard@insa-lyon.fr

(+0033) 4 72 43 87 53