

Proposition de sujet de stage

Développement et analyse de PFAS dans des biofilms associés aux macroplastiques

F. Lestremau¹, Yen Vo Hoang²

1. IMT Mines Alès/HSM, Alès

2. HydroSciences Montpellier (HSM), Montpellier

1. Contexte du stage - Objectifs

Les PFAS (substances per- et polyfluoroalkylées) constituent une large famille de polluants particulièrement préoccupants. Ces composés, largement utilisés dans de nombreuses applications industrielles et domestiques (ustensiles de cuisine, textiles, cosmétiques, mousses anti-incendie, emballages alimentaires, etc.), regroupent aujourd'hui plus de 4 000 molécules différentes. Une fois rejetés dans l'environnement, les PFAS se distinguent par leur très forte persistance, ce qui leur vaut le surnom de « polluants éternels ». Ils présentent également une toxicité significative, y compris à de très faibles concentrations (de l'ordre du ng/L). À ce titre, la directive-cadre sur l'eau fixe, pour les eaux de surface, un seuil de 4,4 ng/L pour la somme de 25 PFAS.

Du fait de leurs nombreux usages, les PFAS sont fréquemment détectés dans les milieux aquatiques. Ils y parviennent à la fois par des activités domestiques (lavages, eaux usées...) et industrielles (lessivage de matériaux, procédés de production). Une fois dans le cycle de l'eau, ces composés peuvent se répartir entre les différents compartiments environnementaux en fonction de leurs propriétés physico-chimiques.

Parmi ces compartiments, les biofilms aquatiques jouent un rôle clé en tant que réservoirs de micropolluants. Ces structures, constituées d'agrégats de micro-organismes (notamment des bactéries) enchâssés dans une matrice extracellulaire (EPS, substances polymériques extracellulaires), ont la capacité d'adsorber et d'accumuler les contaminants présents dans leur environnement, dont les PFAS. Ainsi, les biofilms peuvent être envisagés comme des traceurs de la contamination des milieux aquatiques.

La plastisphère est un écosystème microbien spécifique se développant sur les macroplastiques (taille > 5 mm) et les microplastiques (taille < 5 mm) massivement retrouvés dans les environnements aquatiques.. Par ailleurs, la présence de PFAS pourrait influencer le développement et la diversité microbienne de la plastisphère. Des phénomènes d'adaptation à l'exposition chronique à ces polluants sont suspectés, notamment en lien avec l'émergence de mécanismes d'antibiorésistance bactérienne.

Dans ce contexte, il est nécessaire de développer des outils analytiques permettant de caractériser les PFAS au sein de la plastisphère, afin de mieux comprendre leur accumulation et leurs effets.

L'objectif de ce stage sera ainsi de développer une méthode de dosage des PFAS dans la plastisphère, puis de l'appliquer à une campagne d'échantillonnage environnemental.

Equipe de recherche

HydroSciences Montpellier est une unité mixte de recherche qui rassemble des compétences disciplinaires afin d'étudier, quantifier, prévoir les impacts du climat et des activités humaines sur les ressources en eau des régions méditerranéennes et tropicales.

Les principales thématiques étudiées sont :

- le cycle de l'eau et les interactions aux différentes échelles dans le complexe atmosphère – végétation – sol – aquifère – rivière ;
- la caractérisation et la modélisation des transferts dans les milieux hétérogènes ;
- l'évolution des ressources en eau face aux changements globaux avec scénarios prospectifs complexes ;
- la dynamique des contaminants métalliques et émergents et les risques sanitaires et mécanismes d'adaptation des bactéries pathogènes hydriques.

L'équipe *PHySE (Pathogènes Hydriques Santé Environnements)* est spécialisée dans l'étude des pathogènes liés aux milieux aquatiques. Elle s'intéresse notamment aux effets d'antibiorésistances développés par divers organismes aquatiques lorsqu'ils sont exposés à des polluants.

L'IMT Mines Alès, qui fait partie de l'équipe ContEm (Contaminants Emergents) d'HSM possède une expérience en analyse de polluants organiques dans les milieux aquatiques, dont les PFAS et l'analyse physico-chimique de biofilm.

Le stage sera réalisé à l'IMT Mines Alès à Alès dans le cadre d'HSM.

Il sera co-encadré par Yen Vo Hoang (Physe) et François Lestremau (ContEm, IMT Mines Alès/HSM).

Des échanges entre le stagiaire, l'IMT Mines Alès et Physse se feront régulièrement en visioconférence pour discuter de l'avancement des travaux.

2. Objectifs détaillés

Objectif : Développer une méthode de dosage des PFAS dans les biofilms associés aux macroplastiques.

- Se familiariser avec le contexte de la contamination des PFAS dans les milieux aquatiques et sur les biofilms
- Être formé sur l'utilisation de l'analyse des PFAS par chromatographie en phase liquide couplée à de la spectrométrie de masse en tandem (LC/MSMS)
- Être formé sur l'extraction des PFAS dans le biofilm
- Développer, tester et valider une méthode d'extraction des PFAS dans les biofilms aquatiques associés aux macroplastiques (plastisphère)
- Participer à des déploiements d'outils et de collecte de biofilm dans les milieux aquatiques locaux
- Appliquer la méthode développée sur des échantillons environnementaux
- Interpréter les données obtenues

3. Qualités requises

- BUT 2^{ème}, 3^{ème} année ou Master 1 en chimie analytique ou environnementale (le stage sera adapté le cas échéant en fonction du profil du candidat). Des connaissances en chromatographie liquide et spectrométrie de masse dans les milieux aquatiques constitueraient un plus ;
- Curiosité et goût pour la recherche ;
- Esprit de synthèse et d'initiative ;

4. Durée du stage - Gratification

Durée : 3 mois

Démarrage : Fin d'année 2026 ou début d'année 2027

Gratification prévue selon barème et réglementation en vigueur.

5. Merci de transmettre votre CV par email aux coordonnées suivantes. N'hésitez pas à nous contacter (email) pour toute information complémentaire.

Francois Lestremau (IMT Mines Ales/HSM), francois.lestremau@mines-ales.fr Yen Vo Hoang (HSM), yen.vo-hoang@umontpellier.fr
--