Offre de thèse

Caractérisation expérimentale du transfert de micro et nanoplastiques des surfaces marines vers l'atmosphère

Mots clés : Microplastiques, Nanoplastiques, Sea Sprays Aerosols, Chambre de simulation, Photo-réactivité

Description du sujet

Les particules plastiques contaminent tous les compartiments de l'environnement, atteignant même les régions les plus reculées du monde. Les océans et l'atmosphère, en tant qu'enveloppes fluides ayant des systèmes de circulation globaux, sont les plus susceptibles de disséminer des micro et nanoplastiques (MNP) à l'échelle mondiale. La littérature récente commence à dessiner une image dynamique de ce transport dans laquelle les océans ne sont plus considérés comme un puits définitif pour les particule plastiques et où les échanges océans-atmosphère pourraient jouer un rôle central dans le transport à longue distance et la charge des écosystèmes.

Cette thèse se concentrera sur l'un des processus actuellement les plus incertains régissant la dissémination des MNP, leur transfert des océans vers l'atmosphère. Ce transfert sera étudié expérimentalement grâce à une chambre de simulation spécialement développée au Laboratoire de Chimie de l'Environnement (LCE). Lorsque les panaches de bulles d'air générés par les vagues déferlantes éclatent à la surface de l'océan, des aérosols d'embruns marins (ou « sea spray aerosols », SSA) sont produits. Nous étudierons la façon dont ce phénomène bien connu et de grande échelle est à même de transférer les MNP dans l'atmosphère. Nous nous attacherons dans un premier temps à estimer des flux réalistes de MNP modèles en fonction de la production de SSA. Puis nous affinerons notre connaissance des processus sous-jacents en nous intéressant à l'influence d'un certain nombre de paramètres. Comment la taille, la forme, la flottabilité et le degré de vieillissement des MNP affectent-ils leur mouvement dans la colonne d'eau et donc leur transfert ? La composition chimique et la température de l'eau de mer ainsi que la nature de la microcouche de surface sont-ils des paramètres importants à prendre en compte ? Quel est l'état de mélange des MNP transférés avec les autres composants des SSA ? Ce travail fournira des données permettant notamment la paramétrisation par d'autres groupes d'une fonction « source marine » de MNP dans les modèles de transport atmosphérique faisant le lien entre les concentrations modélisées en surface marine et les concentrations et le transport atmosphériques. Un second volet de la thèse portera sur l'interaction MNP avec les deux milieux de composition intimement liés que sont l'eau de surface et l'aérosol d'embrun marin. Les MNP participent-ils au transfert d'autres contaminants marins dans l'atmosphère ? Les MNP sont-ils des producteurs d'espèces oxygénées réactives (ROS) à même

d'influencer la composition chimique de leur environnement immédiat ? Cette réactivité affecte-t-elle le devenir de leurs co-contaminants ?

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet ANR BubblePlast (2023-2027) regroupant cinq laboratoires nationaux : l'Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux (IPREM, Pau), Géosciences Environnement Toulouse (GET, Toulouse), l'Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE, Grenoble), le Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale (LOPS, Brest) et le Laboratoire de Chimie de l'Environnement (LCE, Marseille/Aix-en-Provence). Ce projet vise à évaluer le rôle du transfert mer-atmosphère dans la dissémination globale des MNP et repose sur la combinaison d'expérimentations de laboratoire, sujet de la thèse proposée, mais aussi de modélisation océanique des concentrations et flux de surface de MNP (LOPS), et de modélisation atmosphérique de leur transfert mer-atmosphère et de leur transport atmosphérique courte et longue distance (IGE/GET). Nous collaborerons étroitement avec l'IPREM qui travaillera (1) sur la synthèse de MP/NP ayant des propriétés de forme et d'état d'oxydation de surface maitrisées et de particules marquées (deutérées et/ou marquage à l'or) permettant d'accéder à des méthodes de détection particulièrement sensibles (SingleParticle-ICP-MS par ex.) et (2) sur le comportement d'agrégation des NP/MP dans l'eau. Les échanges avec les équipes travaillant sur les modélisations océanique et atmosphérique seront réguliers et s'effectueront au travers de réunions d'avancement et de coordination du projet ANR. Le projet doctoral inclut également l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO, Marseille/Toulon) sur la partie réactivité.

Le/la doctorant(e) mènera les expérimentations sur la chambre de simulation du LCE et en réacteur au MIO. Il/elle aura à sa disposition un panel instrumental important, d'une part pour l'étude de la distribution en taille des aérosols générés (SMPS, compteur optique, impacteur en cascade), et d'autre part pour l'analyse physico-chimique des aérosols et MNP transférés (Pyrolyse-GC-MS ; HPLC-ESI-Orbitrap MS ; microscopie IRTF ; microscopie électronique à balayage et en transmission). Des sorties terrains seront organisées pour le prélèvement d'échantillons d'eau de mer et de microcouche de surface marine.

Laboratoires d'accueil

Le Laboratoire de Chimie de l'Environnement (LCE) est une Unité Mixte de Recherche (UMR7376) ayant pour tutelles l'Université Aix-Marseille et le CNRS (Institut National de Chimie). Il est localisé sur le campus St Charles à Marseille et sur le campus de l'Arbois à Aix-en-Provence au contact des unités de l'Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU Pythéas) avec lesquelles de nombreux liens sont établis. (http://lce.univ-amu.fr)

Le M.I.O est un laboratoire de recherche en Océanologie des Universités d'Aix-Marseille, de Toulon, du CNRS et de l'IRD. Il est intégré dans l'OSU Pytheas. Ses objectifs sont de mieux comprendre le système océanique et son évolution en réponse au changement global. Il constitue un pôle de compétences en biologie, écologie, biodiversité, microbiologie, halieutique, physique, chimie, biogéochimie et en sédimentologie marines. Ses cadres d'exercice sont l'océan mondial, ses interfaces avec le continent, l'atmosphère et le sédiment. Il est localisé sur les campus de Luminy à Marseille et de Toulon. (https://www.mio.osupytheas.fr/fr)

Profil du candidat

Nous recherchons un(e) étudiant(e) français(e) ou international(e) de Master 2 ou de dernière année d'école d'ingénieur ou équivalent (diplômé(e) avant l'automne 2024) dans les domaines de la

physico-chimie des aérosols et/ou des sciences de l'atmosphère et/ou de la physico-chimie de l'environnement. Le candidat doit être classé dans le premier tiers de sa promotion de M1 sans critère de nationalité.

Connaissances et compétences scientifiques

- Connaissance pratique (ou a minima théorique) de la physico-chimie des aérosols atmosphériques et des micropolluants organiques et métalliques

- Connaissance pratique (ou a minima théorique) des techniques d'analyse chimique suivantes : chromatographie en phase gazeuse, chromatographie en phase liquide et spectrométrie de masse

- Grande appétence pour le travail expérimental

Compétences en communication et gestion de projet

- Maitrise de l'anglais (écrit et oral)

- Maitrise de la recherche bibliographique et excellentes qualités rédactionnelles

- Capacité à s'adapter et à travailler sur un projet de recherche collaboratif (ANR BubblePlast)

- Capacité à gérer des projets de recherche de manière indépendante, y compris la planification, l'exécution et l'achèvement dans les délais

Financement :

Agence Nationale de le Recherche

Institut des Sciences de l'Océan (OCEAN)

Employeur : Aix-Marseille Université

Affectation : Laboratoire de Chimie de l'Environnement, UMR CNRS 7376, 3 place Victor Hugo, 13003 Marseille, et Europôle de l'Arbois, Bât. Villemin, 13545 Aix-en-Provence

Ecole doctorale : ED 251 Sciences de l'environnement

Salaire : 2100 € brut / mois (25 200 € brut / an)

Durée : 3 ans

Date de prise de fonction : Automne 2024

Date limite de candidature : 14/05/2024

Contacts :

Pascal Wong-Wah-Chung (PR AMU) : pascal.wong-wah-chung@univ-amu.fr
Stéphanie Rossignol (MCF AMU) : stephanie.rossignol@univ-amu.fr
Coraline Mattei (MCF AMU) : coraline.mattei@univ-amu.fr

Pour candidater veuillez nous envoyer par mail CV, lettre de motivation et relevés de notes de la licence au master.