M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : LEGOS, Toulouse, France.

Titre du stage : **Transport, dépôt et resuspension des microplastiques en milieu profond : analyse hydrodynamique et lagrangienne**

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Lisa Weiss (CR IRD) et Simon Barbot (Postdoc)

Coordonnées (téléphone et email) des responsables de stage : lisa.weiss@ird.fr et simon.barbot@utoulouse.fr

Sujet du stage : **Contexte.** Les environnements profonds sont identifiés comme des zones d'accumulation de polluants, notamment de microplastiques (MPs, < 5mm, Kane *et al*., 2020). Cependant les mécanismes qui contrôlent leur export depuis les zones côtières vers le large et leur accumulation dans les canyons et sédiments profonds restent encore mal contraints (Rohais *et al*., 2024). Leur devenir dépend à la fois de leurs propriétés physiques (taille, densité, forme) qui influencent leurs vitesses de chute (Constant *et al*., 2023) et des processus hydrodynamiques qui contrôlent leur transfert, dépôt, et remise en suspension dans la colonne d'eau (Miedema, 2012). A proximité des fonds marins, le long des pentes continentales ou dans les canyons sous-marins, différents processus influencent ce transport particulaire tels que les courants de pente, le cascading, ou les ondes internes intensifiant la friction au fond (Barbot *et al*., 2022).

Objectif. Ce projet vise à caractériser ces processus de transport des MPs en milieu profond, dans un système connectant l'embouchure d'un fleuve à un canyon sous-marin tel que le système du Var en mer Ligure (Méditerranée). Il s'agira d'évaluer en quelles mesures les fonds marins peuvent constituer un puits par sédimentation ou au contraire une source de MPs vers la colonne d'eau. Le stage s'articulera autour de **2 questions** : - Quelles sont les zones et conditions hydrodynamiques favorables au piégeage ou à la remobilisation des MPs depuis le fond (friction, nature de sédiment) ?
- Comment les incertitudes sur les scénarios de dispersion se propagent-elles dans les bilans de transfert, dépôt et remobilisation (choix des vitesses de chute, quantité, période et position des sources) ?

Méthode. Ce stage s'appuiera sur des simulations HR existantes de la circulation en Méditerranée occidentale produites par le modèle SYMPHONIE (Barral *et al*. 2026, ANR POPNCO). Les courants modélisés seront utilisés pour générer des trajectoires de particules avec le module lagrangien intégré (Weiss *et al*., 2024, 2026). L'étudiant.e définira et simulera un ensemble de scénarios lagrangiens afin de tester la sensibilité du transport aux propriétés des particules et aux conditions initiales. Il s'agira d'analyser les champs de vitesse, les régimes de friction au fond et leur influence sur les schémas de dispersion.

Résultats attendus. Ce stage permettra (i) d'identifier les principaux processus hydrodynamiques favorisant la remise en suspension des MPs denses dans les environnements profonds, (ii) de quantifier la sensibilité de leur transport aux propriétés et aux conditions de lâchers de particules, et (iii) d'estimer les temps de transfert, de résidence et les probabilités de dépôt/remobilisation avec une incertitude associée.

Encadrement. L'étudiant.e bénéficiera d'un encadrement complémentaire : L. Weiss pour le transport Lagrangien, le comportement vertical des particules et les simulations océaniques SYMPHONIE, et S. Barbot pour les processus hydrodynamiques près du fond, la remise en suspension, la marée interne et le modèle SYMPHONIE. Cette étude est en lien avec 2 projets déposés cette année, fournissant un cadre de collaborations et d'interactions riches : le projet DEEP SEE PLAST « Deep-Sea Environmental Evaluation of Plastic Sources, Transfers and Impacts in the Med. Sea » du PEPR Grands Fonds Marins et le projet LEFE SIMPLEX « Simple Experiments for simulating global ocean MP sinks ».

Profil recherché. Nous recherchons un.e étudiant.e intéressé.e par la modélisation numérique mais également ayant une bonne curiosité scientifique et un intérêt interdisciplinaire entre océanographie physique, dynamique sédimentaire et pollution plastique. Une bonne connaissance des outils de visualisation et traitement des simulations est attendue (Python, bash, NCO, éventuellement C/C++, Fortran) ainsi qu'une bonne capacité à rédiger et présenter ses résultats en anglais.

Références. **Barbot, S.**, Lagarde, M., Lyard, F., Marsaleix, P., Lherminier, P., Jeandel, C. (2022). Internal tides responsible for lithogenic inputs along the Iberian continental slope. JGR: Oceans, 127, e2022JC018816, https://doi.org/10.1029/2022JC018816

Barral, Q.-B., Estournel, C., Waldman, R., Parras-Berrocal, I., Marsaleix, P., Sevault, F., 2026. A high-emission future scenario in a sub-kilometric simulation of the Northwestern Mediterranean destabilizes the circulation and induces a seasonal Balearic Gyre. https://doi.org/10.5194/egusphere-2026-1480

Constant, M., Alary, C., **Weiss, L.**, Constant, A., Billon, G. (2023). Trapped microplastics within vertical redeposited sediment: Experimental study simulating lake and channeled river systems during resuspension events. Environmental Pollution, 322, 121212, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121212

Kane, I.A., Clare, M.A., Miramontes, E., Wogelius, R., Rothwell, J.J., Garreau, P., Pohl, F., 2020. Seafloor microplastic hotspots controlle by deep-sea circulation. Science 368, 1140–1145. https://doi.org/10.1126/science.aba5899

Miedema, S. (2012). Constructing the shields curve. Part A: Fundamentals of the sliding, rolling, and lifting mechanisms for the entrainment of particles. Journal of Dredging Engineering, 12(1), 1–49.

Rohais, S, Armitage, J.J, Romero-Sarmiento, M.-F, JL Pierson, V Teles (2024). A source-to-sink perspective of an anthropogenic marker: A first assessment of microplastics concentration, pathways, and accumulation across the environment. Earth-Science Reviews 254, 104822. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2024.104822

Weiss, L., Estournel, C., Marsaleix, P., Mikolajczak, G., Constant, M., Ludwig, W., 2024. From source to sink: part 1-characterization & Lagrangian tracking of riverine microplastics in the Mediterranean Basin. ESPR 1614-7499, https://doi.org/10.1007/s11356-024-34635-6

Weiss, L., Herrmann, M., Marsaleix, P., Bompoil, M., Maes, C., 2026. Modeling Indian Ocean circulation to study marine debris dispersion: insights into high-resolution and wave forcing effects with Symphonie 3.6.6. GMD. 19, 827–865. https://doi.org/10.5194/gmd-19-827-2026

M2 SOAC : Internship in research laboratory

Laboratory: LEGOS, Toulouse, France.

Internship title: **Transport, deposition and resuspension of microplastics in deep sea environment: hydrodynamics and Lagrangian analysis**

Name and status of the supervisor(s): Lisa Weiss (CR IRD) and Simon Barbot (Postdoc)

Contact (phone and email) of the supervisor : lisa.weiss@ird.fr and simon.barbot@utoulouse.fr

Topic: **Context.** Deep-sea environments are recognized as accumulation areas for pollutants, particularly microplastics (MPs, < 5 mm; Kane *et al.*, 2020). However, the mechanisms governing their transport from coastal areas to the open ocean and their trapping in deep-sea canyons and sediments remain poorly understood (Rohais *et al.*, 2024). Their fate depends both on their physical properties (size, density, shape), which influence their sinking rates (Constant *et al.*, 2023), and on the hydrodynamic processes that control their transport, deposition, and resuspension in the water column (Miedema, 2012). Near the seafloor, along continental slopes or in submarine canyons, various processes influence this particle transport, such as slope currents, cascading, or internal waves that intensify bottom friction (Barbot *et al.*, 2022).

Objective. This project aims to characterize these MPs transport processes in the deep sea, within a system connecting a river mouth to a marine canyon, such as the Var system in the Ligurian Sea (Mediterranean). The aim is to assess to what extent the seafloor can act as a sink through sedimentation or, conversely, as a source of MPs into the water column. The internship will focus on **2 questions**: - Which areas and hydrodynamic conditions are conducive to the trapping or remobilization of MPs from the seafloor (friction, sediment type)?
- How do uncertainties in dispersion scenarios propagate through the transfer, deposition, and remobilization budgets (choice of sinking velocities, quantity, period, and location of sources)?

Methodology. This internship will use existing HR circulation simulations of the western Mediterranean produced by the SYMPHONIE model (Barral *et al*. 2026, ANR POPNCO). The modeled currents will be used to generate particle trajectories with the integrated Lagrangian module (Weiss *et al*., 2024, 2026) . The candidate will define and simulate an ensemble of Lagrangian scenarios to test the sensitivity of transport to particle properties and initial conditions. The goal will be to analyze velocity fields, bottom friction regimes, and their influence on dispersion patterns.

Expected Results. This internship will enable (i) the identification of the main hydrodynamic processes that promote the resuspension of dense particulate matter in deep-water environments, (ii) the quantification of the sensitivity of its transport to particle properties and release conditions, and (iii) the estimation of transfer and residence times, probabilities of deposition/remobilization, with associated uncertainties.

Supervision. The candidate will have complementary supervision: L. Weiss for Lagrangian transport, vertical particle behavior, and SYMPHONIE ocean simulations; and S. Barbot for near-bottom hydrodynamic processes, resuspension, internal tides, and the SYMPHONIE model. This study is linked to two projects submitted this year, providing a framework for rich collaborations and interactions: the DEEP SEE PLAST project « Deep-Sea Environmental Evaluation of Plastic Sources, Transfers, and Impacts in the Mediterranean Sea » under the PEPR *Grands Fonds Marins* program, and the LEFE SIMPLEX project « Simple Experiments for Simulating Global Ocean MP Sinks ».

Profile required. We are seeking a student interested in numerical modeling who also possesses strong scientific curiosity and an interdisciplinary interest in physical oceanography, sediment dynamics, and plastic pollution. A solid knowledge of simulation visualization and processing tools is expected (Python, bash, NCO, possibly C/C++ or Fortran), as well as the ability to write up and present results in English.

References:

Barbot, S., Lagarde, M., Lyard, F., Marsaleix, P., Lherminier, P., Jeandel, C. (2022). Internal tides responsible for lithogenic inputs along the Iberian continental slope. JGR: Oceans, 127, e2022JC018816, https://doi.org/10.1029/2022JC018816

Barral, Q.-B., Estournel, C., Waldman, R., Parras-Berrocal, I., Marsaleix, P., Sevault, F., 2026. A high-emission future scenario in a sub-kilometric simulation of the Northwestern Mediterranean destabilizes the circulation and induces a seasonal Balearic Gyre. https://doi.org/10.5194/egusphere-2026-1480

Constant, M., Alary, C., **Weiss, L.**, Constant, A., Billon, G. (2023). Trapped microplastics within vertical redeposited sediment: Experimental study simulating lake and channeled river systems during resuspension events. Environmental Pollution, 322, 121212, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121212

Kane, I.A., Clare, M.A., Miramontes, E., Wogelius, R., Rothwell, J.J., Garreau, P., Pohl, F., 2020. Seafloor microplastic hotspots controlle by deep-sea circulation. Science 368, 1140–1145. https://doi.org/10.1126/science.aba5899

Miedema, S. (2012). Constructing the shields curve. Part A: Fundamentals of the sliding, rolling, and lifting mechanisms for the entrainment of particles. Journal of Dredging Engineering, 12(1), 1–49.

Rohais, S, Armitage, J.J, Romero-Sarmiento, M.-F, JL Pierson, V Teles (2024). A source-to-sink perspective of an anthropogenic marker: A first assessment of microplastics concentration, pathways, and accumulation across the environment. Earth-Science Reviews 254, 104822. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2024.104822

Weiss, L., Estournel, C., Marsaleix, P., Mikolajczak, G., Constant, M., Ludwig, W., 2024. From source to sink: part 1-characterization & Lagrangian tracking of riverine microplastics in the Mediterranean Basin. ESPR 1614-7499, https://doi.org/10.1007/s11356-024-34635-6

Weiss, L., Herrmann, M., Marsaleix, P., Bompoil, M., Maes, C., 2026. Modeling Indian Ocean circulation to study marine debris dispersion: insights into high-resolution and wave forcing effects with Symphonie 3.6.6. GMD. 19, 827–865. https://doi.org/10.5194/gmd-19-827-2026