

DOCTORAL THESIS

NANTES UNIVERSITE

DOCTORAL SCHOOL N° 596

Matter, Molecules, Materials and Geosciences

Speciality: Earth and Environment Sciences

By

Camille CROISET

« Microplastics in the Human-Earth-Sea continuum: what do sediments from the Loire tell us? »

Contribution of a riverine hydro-sedimentary and integrated approach

Thesis presented and defended at the **Université Gustave Eiffel – Nantes Campus**, on **June 16th 2025**
Research unit: **Laboratoire Eau et Environnement (LEE) – Département Géotechnique, Environnement, Risques naturels et Sciences de la Terre (GERS)**

Reporters before defence:

Christina BOGNER
Jeroen SONKE

Professor, Cologne University
Research Director, Université de Toulouse

Composition of Jury:

President:

Prénom Nom

Fonction et établissement (*à préciser après la soutenance*)

Examinators:

Claire ALARY

Master Assistant, Institut Mines Télécom Nord Europe – Lille

Brice MOURIER

Research Associate, Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat – Vaulx-en-Velin

Mikaël KEDZIERSKI

Lecturer, Université Bretagne Sud – Lorient

Thesis director:

Johnny GASPERI

Research Director, Université Gustave Eiffel – Nantes

Thesis co-supervisors:

Aurore ZALOUK-VERGNOUX

Professor, Nantes Université

Agnès BALTZER

Professor, Nantes Université

Guests

Cécile GROSBOIS
Elie DHIVERT

Professor, Université de Tours
Research Engineer, Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat – Vaulx-en-Velin

Title: Microplastics in the Human-Earth-Sea continuum: what do sediments from the Loire tell us? Contribution of a riverine hydro-sedimentary and integrated approach

Keywords: anthropogenic contamination, spatial distribution, influence factors, temporal archives

Abstract: Sediments of continental hydrosystems play the role of a trap for microplastics, issued from both the degradation of plastic litter, but also from the life cycle of products from the urban and agricultural sectors, or the pharmaceutical industry. However, the question of the transport and accumulation of microplastics in fluvial environments has not yet been studied in a systemic way. The aim of this thesis is to combine a hydro-sedimentological approach with a spatio-temporal analysis of microplastics along the Loire river. A first study, on the river scale, allowed to identify major urban centres as microplastic emission sources of the Loire, contrarily to dams and tributaries, even though also contaminated. A second study, at the scale of sedimentary depositional

environments, enabled to distinguish semi-active channels as being particular microplastic accumulation zones, where concentrations depend on the connection rate to the river. On the contrary, the Loire sandbars and banks, also contaminated, do not accumulate such quantities. Finally, the study of sedimentary archives of the Loire, performed on 2 cores, has allowed to trace this contamination back to the 50s and to establish that fine and organic carbon-rich sediments, accumulating in semi-active channels, have been trapping microplastics for decades. They thus constitute "sinks" and need further exploration to understand the archiving mechanisms of microplastics in rivers.

Titre : Microplastiques dans le continuum Homme-Terre-Mer : que nous disent les sédiments sur la Loire ? Apport d'une approche hydro-sédimentaire et intégrée en rivière

Mots clés : contamination anthropique, distribution spatiale, facteurs d'influence, archives

Résumé : Les sédiments des hydrosystèmes continentaux jouent le rôle de piège pour les microplastiques, issus à la fois de la dégradation de déchets plastiques, mais aussi du cycle de vie de produits des secteurs urbain, agricole ou encore de l'industrie pharmaceutique. Cependant, la question du transport et de l'accumulation des microplastiques dans les environnements fluviaux n'est pas encore étudiée de façon systémique. L'objectif de cette thèse est de coupler une approche hydro-sédimentologique à l'analyse spatio-temporelle des microplastiques le long de la Loire. Une première étude, à l'échelle du fleuve, a permis d'identifier les centres urbains majeurs comme sources d'émissions de microplastiques en Loire, contrairement aux barrages et affluents, bien qu'ils soient contaminés aussi. Une deuxième étude, à l'échelle des environnements

de dépôts sédimentaires, a permis de distinguer les chenaux semi-actifs comme étant des zones d'accumulation de microplastiques, où les concentrations sont dictées par le taux de connexion à la rivière. Au contraire, les bancs de sable ou berges de Loire, contaminés aussi, n'accumulent pas de telles quantités. Enfin, l'étude des archives sédimentaires de la Loire, réalisée sur 2 carottes, a permis de remonter jusqu'aux années 50 et d'établir que les sédiments fins et riches en carbone organique, s'accumulant dans les chenaux semi-actifs, piègent les microplastiques depuis des décennies. Ils constituent ainsi des « puits » de stockage et nécessitent plus de recherche pour comprendre les mécanismes d'archivage des microplastiques en rivière.