

## **Archivage et variabilité spatiale des microplastiques dans les sédiments fluviaux**

### **Archiving and spatial variability of microplastics in rivers sediments**

Pruvost Jean<sup>1</sup>, Dhivert Elie<sup>2</sup>, Mourier Brice<sup>1</sup>, Tassin Bruno<sup>3</sup>, Winiarski Thierry<sup>1</sup>, Gasperi Johnny<sup>4</sup>

1) Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENTPE, UMR 5023 LEHNA, F-69518, Vaulx-en-Velin, France

2) Université de Tours, EA 6293 GéoHydrosystèmes continentaux, F-37200 Tours, France

3) Université Paris-Est, LEESU (laboratoire eau environnement et systèmes urbains), 61 avenue du Général de Gaulle, 94010 Cedex Créteil, France

4) GERS-LEE Université Gustave Eiffel, IFSTTAR, F-44344 Bouguenais, France

### **RÉSUMÉ**

Les microplastiques (MP) ont depuis une dizaine d'années été reconnus comme un polluant ubiquiste. La pollution des sédiments fluviaux reste peu explorée alors que les MP sont une composante du transport solide et de la sédimentation. L'objectif de ce travail, s'inscrivant dans le cadre du projet ANR Sedi-Plast, vise à mieux comprendre les mécanismes d'archivage des MP dans les sédiments fluviaux en fonction des environnements de dépôts et de mieux contextualiser l'impact d'une grande métropole (Lyon); et ainsi contextualiser les niveaux de contamination enregistrés dans les sédiments.

Dans ce contexte, des échantillons de surface ont été collectés au sein d'annexes fluviales en amont et en aval de Lyon. Une séparation densimétrique suivie d'une dégradation de la matière organique ont permis une identification des microplastiques contenus dans les sédiments par spectroscopie Infra-Rouge à Transformée de Fourier (FTIR). Les premiers résultats suggèrent une relative homogénéité qualitative et quantitative en MP au sein de chaque site. Les PP, PE et PVC sont les polymères prédominants. La majeure partie des MP retrouvées ont une taille inférieure à 100 µm. Les concentrations sont de l'ordre de la dizaine de milliers de particules par kilogramme de sédiment sec. La comparaison entre les deux sites montre une augmentation des concentrations à l'aval de l'agglomération lyonnaise de l'ordre d'un facteur 3.

Ces résultats sont les premiers concernant les sédiments du Rhône et pourraient à terme permettre d'établir des outils et protocoles de surveillance des teneurs en MP des sédiments ainsi que l'identification de hotspots

### **ABSTRACT**

Microplastics (MP) have been recognized as a ubiquitous pollutant for about ten years. The pollution of river sediments remains little explored, whereas MP are a component of solid transport and sedimentation. The objective of this work, which is part of the ANR project Sedi-Plast, is to better understand the mechanisms of MP archiving in river sediments according to depositional environment and to better contextualize the impact of large metropolis (Lyon), and thus contextualize the levels of contamination recorded in sediments.

In this context, surface samples were collected in river annexes upstream and downstream of the Lyon metropolis. A densimetric separation followed by a degradation of the organic matter allowed an identification of the microplastics contained in the sediments by Fourier Transform Infra-Red spectroscopy (FTIR). The first results suggest a relative qualitative and quantitative homogeneity in MP within each site. PP, PE and PVC are the predominant polymers. Most of the MP found are smaller than 100 µm. Concentrations are in the order of ten thousand particles per kilogram of dry sediment. The comparison between the two sites shows an increase in concentrations downstream of the Lyon conurbation of the order of a factor of 3.

These results are the first on the Rhone river and could in the long term allow the establishment of tools and protocols for monitoring MP content in sediments as well as the identification of hotspots

## **MOTS CLES**

Microplastiques, sédiments, fleuves, stockage, carottes sédimentaires, Rhône

## 1 INTRODUCTION

Les microplastiques (MP) sont depuis une dizaine d'année de plus en plus étudiés et sont actuellement considérés comme ubiquistes. Les MP se définissent comme des particules de polymères synthétiques (ou semi-synthétiques) non solubles dans l'eau ayant une taille comprise entre 1 et 5 000  $\mu\text{m}$ . Au sein des hydrosystèmes, ils représentent une composante du transport solide. La trajectoire spatiale des microplastiques au sein des hydrosystèmes continentaux reste mal connue car relativement peu d'études traitent de ce sujet comparativement au milieu marin. L'archivage des MP dans les sédiments fluviaux constitue une thématique de recherche particulièrement novatrice, ouvrant la voie à l'utilisation des carottes sédimentaires comme outils de suivi spatiotemporel des pollutions MP.

Les objectifs de cette étude sont de mieux comprendre les mécanismes d'archivage des MP dans les sédiments fluviaux en fonction des environnements de dépôts et d'évaluer l'impact des grandes métropoles ; et ainsi de mieux contextualiser les niveaux de contamination enregistrés dans les sédiments. Notre étude se focalise sur le Rhône en amont et aval de la conurbation lyonnaise et concerne les dépôts suivant un évènement de crue.

## 2 MATERIELS ET METHODE

### 2.1 Sites d'étude

Cette étude intègre deux sites implantés au niveau de Jons et à l'île du Beurre, respectivement en amont et aval de la métropole lyonnaise (figure 1-A). Il s'agit d'anciennes annexes fluviales en connexion aval appelées « îlons » dans le bassin du Rhône. Au sein de ces bras secondaires, des échantillons de sédiments de surface ont été échantillonnés à la suite de la crue de février 2021.

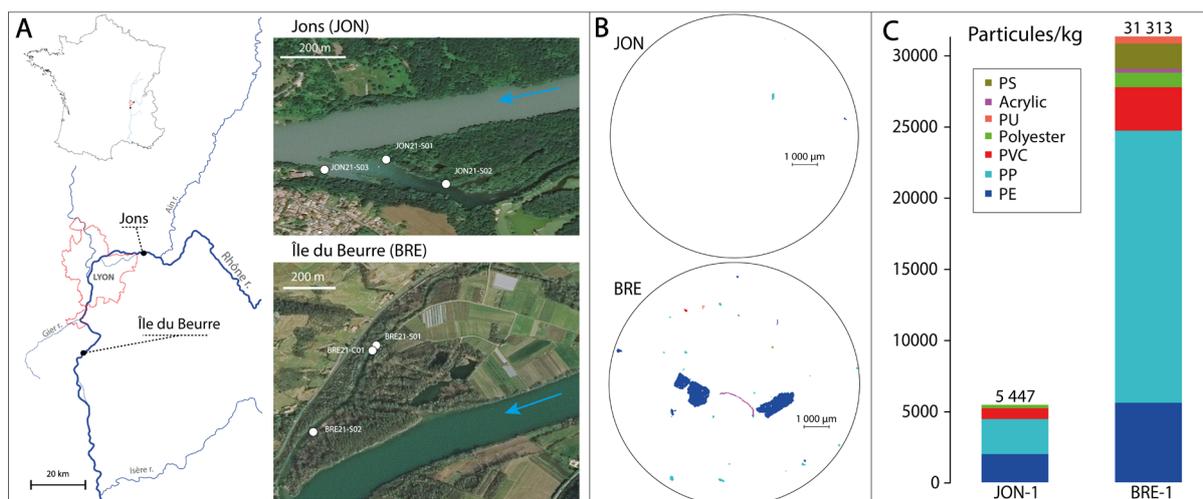


Figure 1: Position des sites et des échantillons prélevés (A), présentation de résultats partiels issus du logiciel siMPle (B), ainsi qu'un exemple de concentration en microplastiques présent dans deux échantillons (C)

### 2.2 Analyse sédimentaire et datation

Une caractérisation sédimentologique a été réalisée sur l'ensemble des échantillons, intégrant des analyses de granulométrie ainsi que des analyses de matière organique et de carbonates par perte au feu. Pour permettre de vérifier l'hypothèse selon laquelle les sédiments seraient issues d'un même évènement de crue, une analyse en  $^7\text{Be}$ , d'une demi-vie de 53,12 jours a été réalisée.

### 2.3 Extraction et identification des microplastiques

Pour éviter la contamination, les solutions utilisées ont été filtrées à 2,7  $\mu\text{m}$  et la verrerie a été calcinée à 500°C durant 4h, le reste du matériel a été nettoyé avec des séquences eau-éthanol-eau. Des blouses (et masques) en coton ont été utilisées durant toutes les manipulations.

Afin de séparer la matrice minérale des particules moins denses, une séparation densimétrique a été réalisée en insérant 10,0 g de sédiment humide dans 150 mL d'une solution de NaI à une densité 1.67 et laissé sédimenter dans les séparateurs durant 24h. Le surnageant est filtré à 10  $\mu\text{m}$  sur filtre inox et abondamment rincé à l'eau déminéralisée et micro-filtrée. La matière organique (MO) a été dégradée en

plaçant le filtrat obtenu dans 150 mL de solution de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à 30% puis agitée pendant 24h à 50°C et enfin filtrée à 0,2 µm sur filtre Whatman® Anodisc (1 ou 2 filtres par échantillon). Après séchage en dessiccateur durant 24h l'identification des microplastiques est réalisé par cartographie des filtres Anodisc à l'aide d'un spectrophotomètre IR-TF (Spotlight 400, Perkin Elmer) à une résolution de 25 µm par pixel. Ces cartes sont ensuite traitées en utilisant le logiciel siMPle (Primpke et al., 2017) qui offre une détection automatique des MP par comparaison avec une base de données de spectres de références.

### 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les premières analyses ont été réalisées sur 6 échantillons de sédiments de surface échantillonnés après la crue du Rhône de février 2021 (3800 m<sup>3</sup>/s, soit une fréquence de retour entre 2 et 5 ans). La présence d'une activité en <sup>7</sup>Be ainsi que la signature granulométrique des sédiments valide l'hypothèse qu'il s'agit d'un seul évènement hydrosédimentaire. Les premiers résultats montrent que les teneurs totales en MP sont comparables au sein d'un même site d'étude. Elles sont de plusieurs milliers de particules par kilogrammes de sédiment sec en amont de Lyon (Jons) et atteignent plusieurs dizaines de milliers de particules par kilogrammes de sédiment sec en aval de la conurbation (île du Beurre) (figure 1-C). De plus, une plus grande diversité de polymères est retrouvée en aval de Lyon, passant d'une moyenne de 5 polymères détectés en amont à une moyenne de 8 en aval (Figure 1-C). Les principaux polymères retrouvés sont les suivants : PE, PP, PVC. Les formes retrouvées sont majoritairement des fragments, on observe aussi des fibres ainsi que des films de manière plus rare (figure 1-B). La faible présence de fibres dans nos échantillons est également dû au biais analytique lié aux paramètres utilisés pour le FTIR (résolution de 25 µm/px).

Cette première évaluation des niveaux de pollution du Rhône met en évidence des teneurs en MP fortes en comparaison avec l'ensemble de la littérature (Alfonso et al., 2021). Pour autant, ces résultats sont à comparer avec ceux d'études réalisées avec des protocoles analytiques et des gammes de tailles similaires (25 – 5 000 µm). Les teneurs en MP y sont alors assez proches (Frei et al., 2019).

### 4 CONCLUSIONS

Ces résultats préliminaires concernant le Rhône sont les premiers obtenus à ce jour, ils permettent une première évaluation de la contamination en MP dans les sédiments du Rhône. Ils attestent de fortes teneurs et d'une influence marquée de l'agglomération lyonnaise sur l'augmentation de la pollution. L'analyse prochaine d'un plus grand nombre d'échantillons de surface permettra de faire une analyse intrasite afin de vérifier si la concentration en MP est dépendante de variations locales (amont de l'annexe, extradors, intrados ...) mais aussi une analyse inter-site pour consolider les résultats sur l'impact d'une grande agglomération (Lyon) en matière de contamination en MP. De plus, l'analyse de carottes sédimentaires datées devraient permettre d'étudier la variabilité temporelle au sein de ces mêmes environnements de dépôts.

### BIBLIOGRAPHIE

- Alfonso, M.B., Arias, A.H., Ronda, A.C., Piccolo, M.C., 2021. Continental microplastics: Presence, features, and environmental transport pathways. *Sci. Total Environ.* 799, 149447. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149447>
- Frei, S., Piehl, S., Gilfedder, B.S., Löder, M.G.J., Krutzke, J., Wilhelm, L., Laforsch, C., 2019. Occurrence of microplastics in the hyporheic zone of rivers. *Sci. Rep.* 9, 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51741-5>
- Primpke, S., Lorenz, C., Rascher-Friesenhausen, R., Gerds, G., 2017. An automated approach for microplastics analysis using focal plane array (FPA) FTIR microscopy and image analysis. *Anal. Methods* 9, 1499–1511. <https://doi.org/10.1039/C6AY02476A>