



HAL
open science

Caractérisation des microplastiques présents dans les sédiments des bassins de retenue des eaux pluviales.

Zoé Iannuzzi, Rémy Bayard, Gislain Lipeme Kouyi, Brice Mourier

► To cite this version:

Zoé Iannuzzi, Rémy Bayard, Gislain Lipeme Kouyi, Brice Mourier. Caractérisation des microplastiques présents dans les sédiments des bassins de retenue des eaux pluviales.. Novatech 2023 :11e Conférence internationale sur l'eau dans la ville, Jul 2023, Lyon, France. hal-04176789

HAL Id: hal-04176789

<https://hal.science/hal-04176789>

Submitted on 3 Aug 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Caractérisation des microplastiques présents dans les sédiments des bassins de retenue des eaux pluviales

Characterization of microplastics accumulated in sediments of stormwater detention basins

Zoé Iannuzzi¹, Rémy Bayard², Gislain Lipeme Kouyi², Brice Mourier¹

⁽¹⁾Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENTPE, UMR 5023 LEHNA, F-69518, Vaulx-en-Velin, France - zoe.iannuzzi@entpe.fr, brice.mourier@entpe.fr

⁽²⁾Univ Lyon, INSA Lyon, DEEP Laboratory, 69621 Villeurbanne Cedex, France – remy.bayard@insa-lyon.fr, gislain.lipeme-kouyi@insa-lyon.fr

RÉSUMÉ

Le ruissellement des eaux pluviales est considéré comme l'un des vecteurs majeurs dans le transfert des microplastiques vers le milieu naturel. Les infrastructures centralisées de gestion des eaux urbaines offrent l'opportunité d'étudier les termes sources par l'identification et la quantification des microplastiques (MPs) présents dans les différents compartiments. Les sédiments qui s'accumulent dans les bassins de rétention sont supposés intégrer cette pollution particulaire synthétique. Sur la base de cette hypothèse, les ouvrages de rétention centralisés des eaux de ruissellement peuvent être utilisés comme indicateur de pollution aux MPs : ces bassins recueillent les eaux pluviales ruisselant sur un bassin versant urbain (BVU) prédéfini. Dix bassins de retenue de la Métropole de Lyon ont été sélectionnés selon la typologie des bassins versants urbains pour lesquels ils servent d'exutoire. Les bassins ont été classés selon le profil majoritaire d'occupation des sols pour déterminer de possibles liens entre les activités (urbaines, industrielles et commerciales ou agricoles) et les teneurs et types de MPs présents dans les échantillons de sédiments collectés. Les microplastiques sont extraits des sédiments grâce à un protocole comprenant une séparation densimétrique et une oxydation de la matière organique. Ils sont identifiés et quantifiés par analyse FTIR. Les concentrations mesurées sont comprises entre 1 833 et 612 000 MPs/kg de sédiments poids secs. Les résultats de l'étude tendent à confirmer que les MPs se stockent en quantité importante dans ces ouvrages. La forte hétérogénéité des concentrations mesurées dans les sédiments dépend de l'occupation des sols du bassin versant. Entre 3 et 10 types de polymères sont observés, avec en majorité du polyéthylène (PE), polypropylène (PP) et du polystyrène (PS).

ABSTRACT

Stormwater runoff is one of the major vectors in the transfer of microplastics to the natural environment. Urban water management infrastructures offer the opportunity to investigate the source terms by identifying and quantifying the microplastics (MPs) accumulated in the different compartments. Sediments that accumulate in detention basins are assumed to incorporate this synthetic particulate pollution. Based on this assumption, stormwater detention and retention structures can be used as an indicator of MPs pollution: these basins collect stormwater runoff from a predefined urban catchment. Ten detention basins were selected according to its related urban watershed typology. Catchments were classified according to the majority land use pattern to determine possible links between activities (urban, industrial and commercial or agricultural) and the contents and types of MPs accumulated in the collected sediment samples. Microplastics are extracted from sediments using a protocol that includes densimetric separation and oxidation of organic matter. They are identified and characterized by FTIR analysis. Concentrations measured were ranged from 1,833 to 612,000 MP/kg dry weight sediment. The analysis tends to confirm that occurrences of MPs are significant in these structures. The high heterogeneity between the measured contents depends on the land use of the watershed. Between 3 and 10 types of polymers with a majority of polyethylene (PE), polypropylene (PP) and polystyrene (PS) are observed.

MOTS CLÉS

Bassins de retenue, eaux pluviales, microplastiques, pollution, sédiments

1 INTRODUCTION

A partir des années 2000, la dissémination des plastiques dans l'environnement marin et l'étude de leurs impacts ont fait l'objet de nombreux projets de recherche. Ces investigations ont permis d'identifier les principales sources de pollutions aux microplastiques (MPs) : 80% de la pollution microplastique retrouvée en mer serait d'origine continentale (Rochman, 2018). Depuis 2015, les investigations se sont poursuivies pour mieux comprendre les sources et les mécanismes de transfert au travers des hydrosystèmes continentaux (Yang et al., 2021). Toutefois les connaissances sont encore limitées et les études s'intéressant à l'identification des MPs en milieu urbain sont encore peu nombreuses. Une étude mentionne la présence des microplastiques dans des bassins de rétention au Danemark (Liu et al., 2019a). Les concentrations mesurées sont de l'ordre de 490 à 23 000 MPs/m³ par bassin dans la phase aqueuse et de l'ordre de 1 511 à 127 986 MPs/kg dans les sédiments du bassin (Liu et al., 2019b). Cette étude met également en évidence que les bassins se situant dans une zone commerciale sont les plus concentrés en MPs. Des investigations complémentaires sont nécessaires pour préciser la typologie des sources et les caractéristiques quantitatives et qualitatives des MPs transférées dans les hydrosystèmes urbains. Dans cette perspective, l'objectif principal de ce travail est de déterminer le lien entre les activités humaines, à travers l'occupation des sols, et la pollution MPs. Plusieurs bassins de retenue des eaux pluviales de l'agglomération lyonnaise ont été sélectionnés pour leur représentativité des divers bassins versants se distinguant par les activités localisées sur le territoire. Basés sur l'hypothèse que les MPs se concentrent dans les sédiments de ces ouvrages, des sédiments de bassin de rétention ont été collectés puis analysés pour l'identification et la quantification des MPs dans la gamme > 25 µm – 500 µm.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Sites d'étude

L'étude s'intéresse à la pollution MPs au sein des sédiments accumulés dans les ouvrages centralisés de gestion des eaux pluviales de l'agglomération lyonnaise. La Métropole de Lyon est en charge de la gestion du cycle de l'eau du territoire. La Métropole est équipée d'un réseau majoritairement unitaire, elle gère aussi les eaux pluviales strictes par des portions de réseau connectés à des ouvrages centralisés créés entre les années 1990 et 2000 (450 bassins de rétention et/ou d'infiltration en gestion à ce jour) ainsi que par de nouveaux ouvrages de gestion à la source (noues, tranchées...).

Une dizaine de bassins de rétention ont été sélectionnés pour cette étude. La typologie de chaque bassin versant urbain (BVU) a été identifiée en fonction de l'occupation dominante des sols (% de la surface totale). 3 bassins de type urbain, 3 bassins de type agricole et 3 bassins de type industriel ont été échantillonnés (Figure 1). Un dernier bassin et un déversoir d'orage ont été sélectionnés pour leur occupation des sols hétérogène.

Les échantillons ont été prélevés entre avril et septembre 2022 dans des bassins à ciel ouvert secs. Pour chaque site, un kilogramme de sédiments déposés a été prélevé en réalisant 5 à 8 prises à différents endroits dans le bassin de rétention. La situation de curage étant différente pour chaque bassin, il a été décidé de prélever des sédiments à la surface des dépôts présents sur chaque bassin sur une profondeur de 5 cm maximum. La première étape d'homogénéisation est réalisée sur place. Une seconde étape d'homogénéisation a lieu au laboratoire, après un tamisage à 4 mm. L'échantillon mélangé est ensuite carté pour disposer de trois répliqués de 100 g environ.

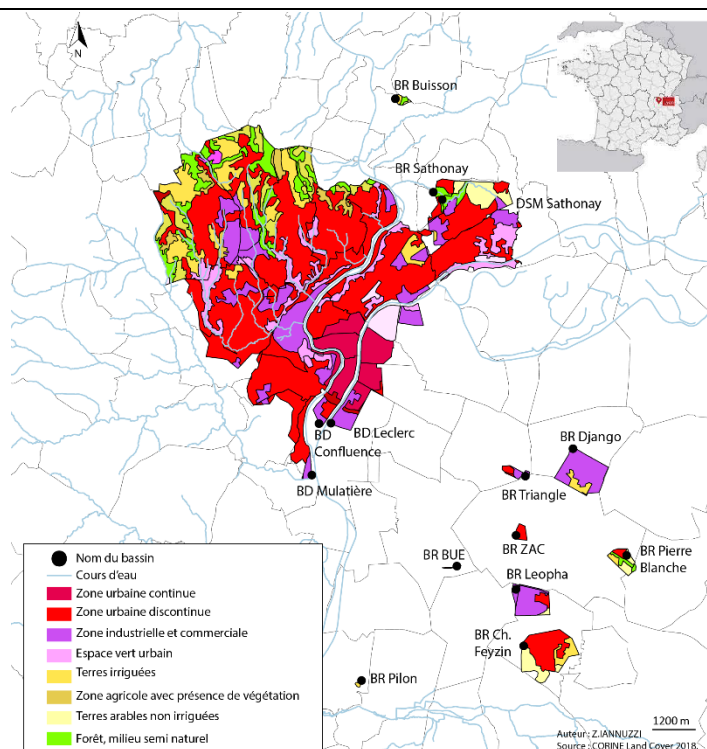


Figure 1. Localisation des lieux de prélèvement et occupation des sols des BVU.

2.2 Protocole d'extraction des MPs dans une matrice sédimentaire

La première étape d'extraction des microplastiques débute par une séparation densimétrique avec une solution d'iodure de sodium (NaI, solution de densité de 1.67 g/cm^3) pendant 24 heures (Nakajima et al., 2019). Les particules possédant une densité inférieure remontent à la surface du séparateur. La seconde étape consiste à éliminer par oxydation chimique la matière organique présente dans les échantillons de sédiments. L'oxydation est effectuée pendant 24h avec l'ajout de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2 à 30%). L'échantillon est finalement filtré sur un filtre Whatman™ Anodisc™ de $0.2 \mu\text{m}$. Chaque filtre est ensuite analysé au FTIR Spectrum 10 Perkin-Elmer qui mesure l'absorption d'énergie par pixel ($25 \times 25 \mu\text{m}$) et pour l'ensemble du filtre (4.9 cm^2). Les données obtenues sont traitées avec l'application siMPle (Primpke et al., 2018) qui identifie les polymères plastiques en comparant les données spectrales à une base de données de référence. Le traitement nous permet de déterminer le type de polymère, la taille et le nombre de particules plastiques, et d'estimer la masse associée.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Typologie et nature des MPs

Les concentrations de microplastiques au sein des bassins de rétention sont très hétérogènes, elles varient entre $1\,833 \text{ MPs/kg}$ de masse sèche (MS) et $612\,000 \text{ MPs/kg}_{\text{MS}}$ et entre $0.483 \text{ mg/kg}_{\text{MS}}$ et $1\,217.25 \text{ mg/kg}_{\text{MS}}$ en termes de concentration massique. La normalisation des concentrations obtenues en fonction de la superficie du BVU et de sa surface imperméable permet de prendre en compte les différences de taille entre les BVU. Dans ce cas, le nombre de MPs recensé est compris entre $359 \text{ MPs/kg}_{\text{MS}}/\text{km}^2$ et $6\,275\,405 \text{ MPs/kg}_{\text{MS}}/\text{km}^2$. La nature des MPs identifiés varie entre 3 et 10 types de polymère. Les échantillons avec une forte concentration en MPs présentent la plus grande diversité polymérique. Le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP) et le polystyrène (PS) sont les polymères les plus abondants dans l'ensemble des échantillons en termes de nombre de MPs (Figure 2). Enfin, la majorité des MPs identifiés ont une taille comprise entre 50 et $500 \mu\text{m}$. Les MPs avec une taille inférieure à $50 \mu\text{m}$ sont moins représentés à cause d'une limite analytique ne permettant pas de cibler les particules d'une taille inférieure à $25 \mu\text{m}$.

3.2 Liens entre les caractéristiques des MPs et l'occupation des sols

Les concentrations de MPs les plus élevées sont observées dans les sédiments des bassins à dominantes industrielle/commerciale ou urbaine. La figure 2 présente les différentes concentrations de $\text{MPs/kg}_{\text{MS}}/\text{km}^2$ (normalisées selon la taille du BVU), illustrant ainsi une forte variabilité de concentration entre les types de

bassins. Les bassins à dominante urbaine ont en moyenne une concentration de l'ordre de 2 600 000 MP_s/kg_{MS}/km² alors qu'elle est d'environ 280 000 MP_s/kg_{MS}/km² pour les bassins à dominante industrielle et commerciale. Les bassins de rétention à dominante hétérogène et agricole ont des concentrations en moyenne plus faibles de l'ordre de 350 et 130 000 MP_s/kg_{MS}/km² respectivement. Le test de Tuckey identifie des différences de concentration moyenne significatives entre les groupes, sauf pour la comparaison entre le groupe « industrielle et commerciale » et « agricole ». Les différences significatives sont présentées sur la figure 2(a) par les lettres au-dessus des boxplots. Une lettre commune indique une différence de concentration non significative. Ces différences permettent de considérer un lien entre la typologie de l'occupation des sols d'un BVU et les concentrations en MP_s identifiées et quantifiées.

Cette étude met également en évidence des liens entre les caractéristiques de la matrice sédimentaire et les concentrations de MP_s : le taux de matière organique est corrélé positivement avec la concentration de MP_s alors que le diamètre granulométrique médian des sédiments (D₅₀) est corrélé négativement avec la concentration de MP_s. Il semblerait donc que les MP_s se stockent principalement dans des échantillons composés de sédiments fins avec un fort taux de matière organique.

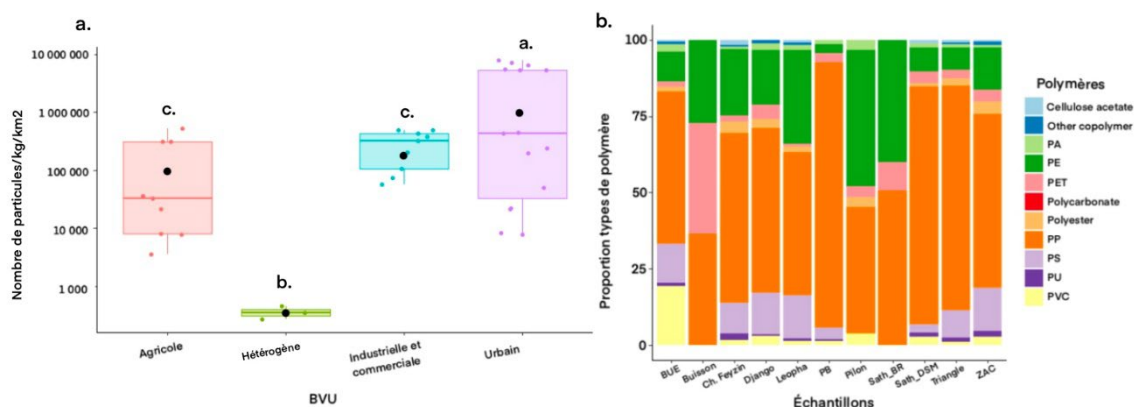


Figure 2. (a) Abondance des MP_s en nombre/kg_{MS}/km² en fonction de l'occupation des sols dominante indication des lettres a,b,c pour le test de Tuckey. (b) Proportion des types de polymères par échantillon.

4 CONCLUSION

Cette étude exploratoire met en évidence la relation entre l'occupation des sols et la typologie des microplastiques accumulés dans les sédiments des bassins de retenue des eaux pluviales. La poursuite de ces travaux permettra d'apporter des précisions sur le déterminisme hydrologique de ces bassins et l'effet de celui-ci sur les caractéristiques des microplastiques. Il sera également nécessaire de préciser les conditions de transferts opérant entre la matrice eau et la matrice sédiment présentes dans ces ouvrages.

BIBLIOGRAPHIE

- Geyer R., Jambeck J. & Lavender Law K. (2017). Production, use and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3, e1700782, 1-5
- Liu F., Borg Olesen K., Reimer Borregaard A., Vollertsen J. (2019a). Microplastics in urban and highway stormwater retention ponds. *Sciences of the Total Environment*, 671, 992-1000.
- Liu F., Vianello A., Vollertsen J. (2019b). Retention of microplastics in sediments of urban and highway stormwater retention ponds. *Environmental Pollution*, 255, 113335.
- Nakajima R., Tsuchiya M., Lindsay D., Kitahashi T., Fujikura K., et Fukushima T. (2019). A New Small Device Made of Glass for Separating Microplastics from Marine and Freshwater Sediments. *PeerJ* : e7915.
- Primpke S., Wirth M., Lorenz C., Gerdt G. (2018). Reference database design for the automated analysis of microplastic samples based on Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 410, 5131-5141.
- Rochman M-C. (2018). Microplastics Research—from Sink to Source. *Science* 360, 6384, 28-29.
- Yang L., Zhang Y., Kang S., Wang Z., & Wu C. (2021). Microplastics in Freshwater Sediment: A Review on Methods, Occurrence, and Sources. *Science of The Total Environment*, 754, 20p.