

Plastigiessen : Quantification globale des débris plastiques dans un cours d'eau périurbain (Steingiessen – Strasbourg)

Plastigiessen : Global quantification of plastic debris in a peri-urban river (Steingiessen - Strasbourg)

Valentin CHARDON^a, Romain WENGER^a, Benjamin KELLER^a, Gauthier GRIMMER^a, David ESCHBACH^b

^a LIVE UMR 7362 CNRS, University of Strasbourg, 3 rue de l'Argonne, Strasbourg, 67000, France

^b Ville et Eurométropole de Strasbourg, 1 parc de l'Étoile, Strasbourg 67076, France

RÉSUMÉ

Depuis une décennie, de nombreuses études visent à quantifier la pollution des déchets plastiques au sein des hydrosystèmes. En grande majorité, ces études s'intéressent uniquement à un type de flux et encore trop peu de manière globale (débris flottants, débris dans la colonne d'eau et dans la matrice sédimentaire). La présente étude, menée sur une rivière périurbaine (Steingiessen) située sur le territoire de L'Eurométropole de Strasbourg, vise à partir d'un suivi multi-méthodes innovant de combler en partie cette lacune. Ce projet à moyen-terme à pour ambition d'apporter des solutions de gestion optimale vis à vis des flux de déchets plastiques au sein du Steingiessen et d'analyser le potentiel de transposabilité de cette étude à d'autres sites alluviaux présentant une problématique similaire.

ABSTRACT

Over the last decade, numerous studies have been carried out to quantify plastic litter pollution in hydrosystems. The vast majority of these studies focus on one type of flow and too few take a global view (floating litter, litter in the water column and in the sedimentary matrix). This study, carried out on a peri-urban river (Steingiessen) in the Eurometropole of Strasbourg, aims to partially fill this gap through innovative multi-methods monitoring. The aim of this medium-term project is to provide optimal management solutions for plastic waste flows in the Steingiessen and to analyse the potential transferability of this study to other alluvial sites with similar problems.

MOTS CLÉS

(5 mots-clés, par ordre alphabétique, séparés par une virgule)

1 ligne pour les mots clés en français

apprentissage profond, débris plastiques, embâcles, gestion des rivières périurbaines, spectrométrie raman

1 ligne pour les mots clés en anglais

deep learning, logjams, peri-urban river management, plastic waste, raman spectrometry

1 INTRODUCTION

Les cours d'eau sont considérés comme la voie de transfert privilégiée des débris plastiques produits en milieu continental vers les milieux océaniques (Van Emmerick & Schwartz, 2020). Les flux annuels de débris plastiques flottants ont pu être estimés entre 0,8 et 2,7 millions de tonnes à l'échelle mondiale mais leur répartition dans les réseaux hydrographiques est très inégale (Gonzalez-Fernandez et al., 2021). À l'échelle européenne, les flux annuels sont estimés entre 1500 et 5000 tonnes (Meijer et al., 2021). Ces macro-déchets plastiques se dégradent progressivement en micro-plastique par des processus de dégradations mécaniques et biochimiques (Liro et al., 2023a; Liro et al., 2023b). Ces débris sont alors très facilement ingérés par les espèces piscicoles et peuvent perturber leur croissance et leur reproduction dans le cadre d'une exposition prolongée (Cornier et al., 2021). La quantification des flux de débris plastiques flottants repose sur des méthodes ponctuelles (échantillonnage visuel par un opérateur, par drone ou caméra) et très rarement en continu. Par ailleurs, les flux de plastiques contenus dans la matrice sédimentaire sont très peu étudiés compte-tenu de la difficulté d'échantillonnage. Historiquement, le transit du bois mort et la formation d'embâcles en rivière étaient perçus négativement par les gestionnaires de cours d'eau car ils peuvent augmenter localement les risques d'inondations, favoriser la mobilité latérale des lits fluviaux par une accentuation des processus d'érosion de berges et la déstabilisation d'ouvrages anthropiques (Lelay et al., 2008). Depuis une vingtaine d'années, cette vision s'est inversée car il a été démontré que la présence d'embâcles est un facteur naturel clé de diversification des habitats aquatiques et riverains (Gurnell et al., 2002). Par ailleurs, ces embâcles peuvent également jouer le rôle de récepteur et de piège naturel d'intrants anthropiques, comme les débris plastiques, par une augmentation de la rugosité de la section d'écoulement (Liro et al., 2022).

Aucune étude à l'échelle du bassin hydrographique Rhin-Meuse n'a encore étudié finement la dynamique spatio-temporelle des débris plastiques au sein de rivières périurbaines de petite et moyenne taille. De plus, aucune étude n'a cherché à quantifier les débris plastiques à la fois en surface, dans la colonne d'eau et dans la matrice sédimentaire simultanément. De plus, une attention particulière sera portée sur le rôle des embâcles comme piège naturel de débris plastiques flottants et qui permettrait de faciliter les opérations de nettoyage. Cette étude vise à combler ces lacunes en proposant un suivi sur le terrain innovant, multi-méthodes et peu coûteux d'un ancien bras du Rhin (Steingiessen) qui se situe à 5 km en aval de Strasbourg (Fig.1A).

2 SITE D'ETUDE

Le Steingiessen, d'une largeur de 10 m en moyenne, est un cours d'eau qui traverse la réserve naturelle nationale (RNN) de la forêt de la Robertsau – La Wantzenau, au nord de Strasbourg. Son cours de plus de 4 km de long débute en diffluence de l'Ill au lieu-dit « Fuchs am Buckel » à Strasbourg et se termine dans le contre-canal de drainage du Rhin au droit du PK 302 sur la commune de La Wantzenau (Fig.1A). L'Ill à l'aval de Strasbourg et le Steingiessen appartiennent au domaine public fluvial de l'État. Depuis la disparition du Service de la navigation de Strasbourg au 1^{er} janvier 2013, la gestion du Steingiessen relève de la DDT du Bas-Rhin. Le Steingiessen est régulièrement confronté à des problématiques d'accumulation de déchets plastiques et autres déchets anthropiques qui restent bloqués dans les embâcles. Avant le classement de la forêt en RNN en juillet 2020, la DDT procédait annuellement à l'enlèvement des embâcles végétaux les plus importants afin de faciliter les écoulements lors des crues. Corrélativement les déchets plastiques flottants pouvaient transiter plus facilement vers l'aval. La question de la compétence pour le ramassage des déchets restait cependant en suspens. Avec l'absence d'intervention depuis la crise sanitaire de 2020, et la désignation du gestionnaire de la RNN fin 2021 dont la volonté est de conserver un maximum d'embâcles (support au maintien et au développement des biocénoses aquatiques), la problématique des déchets accumulés à l'amont immédiat des embâcles s'accroît. Le site d'étude offre donc le double intérêt d'être situé à l'aval d'un important réseau hydrographique et dans l'emprise d'une réserve naturelle nationale dont l'enjeu de conserver les embâcles est élevé. Actuellement, le Steingiessen se caractérise par d'importants apports de débris plastiques flottants provenant principalement de l'agglomération strasbourgeoise mais également du bassin versant de l'Ill qui draine l'ensemble des cours d'eau du massif vosgien et de la plaine d'Alsace (Fig.1A).



Figure 1. Localisation du Steingiessen et localisation des deux caméras (A), exemple d'accumulation de déchets d'origine anthropique et naturelle au droit de deux embâcles présents sur le Steingiessen (B, C) et photographie de la caméra amont (D).

3 OBJECTIFS DE L'ETUDE ET PROTOCOLE DE SUIVI

Les principaux objectifs de cette étude visent à :

- quantifier en continu les flux de débris flottants de plastiques et de ligneux à l'entrée et à la sortie du Steingiessen par des méthodes de détection automatisées (apprentissage profond) à partir de vidéos enregistrées par deux caméras (Fig.1A, D). Ce suivi permettra de calculer des bilans de flux de plastiques flottants et ligneux à l'échelle de l'année hydrologique et de potentiels phénomènes d'hystérésis en lien avec l'hydrologie (compartiment 1; Fig.2);
- développer une approche de science participative par la création de deux points d'observations le long du Steingiessen, complémentaires aux caméras, à partir de l'installation de panneaux de communication dans le but de réaliser un suivi qualitatif de l'accumulation de déchets plastiques flottants (compartiment 1; Fig.2);
- caractériser les distances de transport des débris plastiques flottants, les zones d'accumulation préférentielles et leur temps de résidence en lien avec la présence ou l'absence d'embâcle par traçage RFID actif (compartiment 1; Fig.2);
- quantifier et caractériser les débris plastiques qui transitent dans la colonne d'eau à différentes à l'aide d'un filet manta le long de trois transects (compartiment 2; Fig.2);
- quantifier et caractériser les débris plastiques piégés dans les sédiments déposés au fond du chenal à différentes profondeurs à l'aide de trois carottages au niveau de trois transects à l'aide de la spectrométrie raman (morphology 4-ID; compartiment 3; Fig.2).

4 RETOMBÉES OPÉRATIONNELLES ATTENDUES

Cette étude permettra à terme d'évaluer (i) les effets des différentes mesures de nettoyage qui seront testées sur les quantités de débris plastiques qui transitent au niveau du Steingiessen, (ii) identifier les modalités de gestion optimale permettant à la fois d'améliorer la gestion des débris plastiques tout en conservant les embâcles à l'échelle du Steingiessen et (iii) analyser le potentiel de transposabilité à l'échelle locale (réseau hydrographique de l'EMS) et à d'autres sites alluviaux présentant une problématique similaire.

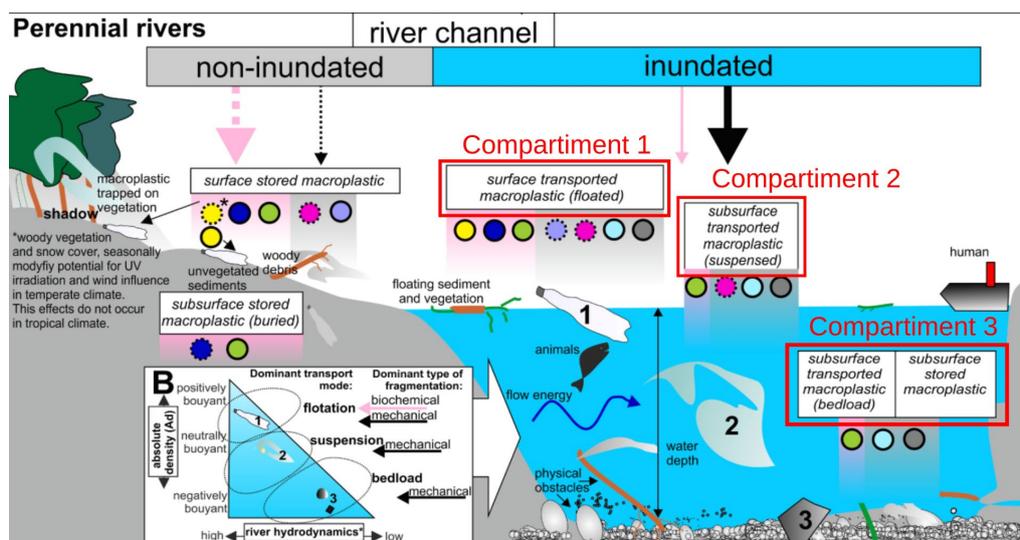


Figure 2. Présentation des différents modes de transport des débris plastiques en rivière (Liro et al., 2023) et mise en évidence des compartiments suivis dans la présente étude.

BIBLIOGRAPHIE

Cormier, B., Le Bihanic, F., Cabar, M., Crebassa, J. C., Blanc, M., Larsson, M. & Cousin, X. (2021). Chronic feeding exposure to virgin and spiked microplastics disrupts essential biological functions in teleost fish. *Journal of hazardous materials*, 415, 125626.

Gonzalez-Fernandez, D., Cozar, A., Hanke, G., Viejo, J., Morales-Caselles, C., Bakiu, R., Barcelo, D., Bessa, F., Bruge, A., Cabrera, M., Castro Jimenez, J., Constant, M., Crosti, R., Galletti, Y., Kideys, A.E., Machitadze, N., Pereira De Brito, J., Pogojeva, M., Ratola, N., Rigueira, J., Rojo-Nieto, E., Savenko, O., Schöneich-Argent, R., Siedlewicz, G., Suaria, G. and Tourgeli, M., Floating macrolitter leaked from Europe into the ocean, *NATURE SUSTAINABILITY*, ISSN 2398-9629, 4, 2021, p. 474-483, JRC121709.

Gurnell, A. M., Piégay, H., Swanson, F. J., & Gregory, S. V. (2002). Large wood and fluvial processes. *Freshwater biology*, 47(4), 601-619.

Liro, M., Mikuś, P., & Wyźga, B. (2022). First insight into the macroplastic storage in a mountain river: The role of in-river vegetation cover, wood jams and channel morphology. *Science of the Total Environment*, 838, 156354.

Liro, M., van Emmerik, T. H., Zielonka, A., Gallitelli, L., & Mihai, F. C. (2023a). The unknown fate of macroplastic in mountain rivers. *Science of the Total Environment*, 865, 161224.

Liro, M., Zielonka, A., & van Emmerik, T. H. (2023b). Macroplastic fragmentation in rivers. *Environment International*, 180, 108186.

Meijer, L. J., Van Emmerik, T., Van Der Ent, R., Schmidt, C., & Lebretton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), eaaz5803.

Newbould, R. (2021). Understanding river plastic transport with tracers and GPS. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(9), 591-591.

Van Emmerik, T., Kieu-Le, T. C., Loozen, M., Van Oeveren, K., Strady, E., Bui, X. T., ... & Tassin, B. (2018). A methodology to characterize riverine macroplastic emission into the ocean. *Frontiers in Marine Science*, 5, 372.

Van Emmerik, T., & Schwarz, A. (2020). *Plastic debris in rivers*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, 7(1), e1398.