



HAL
open science

Transfert de macrodéchets par les eaux pluviales urbaines : taux de fuite et facteurs d'influence

Lauriane Ledieu, Romain Tramoy, David Mabilais, Sophie Ricordel, Marie-Laure Mosini, Alexandra Mosset, Bernard Flahaut, Lætitia Pineau, Zoé Bridant, Eric Bouchet, et al.

► To cite this version:

Lauriane Ledieu, Romain Tramoy, David Mabilais, Sophie Ricordel, Marie-Laure Mosini, et al.. Transfert de macrodéchets par les eaux pluviales urbaines : taux de fuite et facteurs d'influence. Novatech 2023, Graie; OTHU; Metropole Grand Lyon, Jul 2023, Lyon, France. hal-04104015

HAL Id: hal-04104015

<https://univ-eiffel.hal.science/hal-04104015v1>

Submitted on 23 May 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.

Transfert de macrodéchets par les eaux pluviales urbaines : taux de fuite et facteurs d'influence.

Macrolitter transfer by urban stormwater: emission and influencing factors.

Ledieu L.^{1,2}, Tramoy R.^{3,4}, Mabilais D.^{1,2}, Ricordel S.^{1,2}, Mosini M-L.^{1,2}, Mosset A.^{1,2}, Flahaut B.^{1,2}, Pineau L.^{1,2}, Bridant Z.¹, Bouchet E.⁵, Bruttin C.⁶, Rodriguez F.^{1,2}, Tassin B.^{3,4}, Gasperi J.^{1,2}

¹Univ Gustave Eiffel, GERS-LEE, F-44344 Bouguenais, France.

*auriane.ledieu@univ-eiffel.fr; johnny.gasperi@univ-eiffel.fr

² Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville IRSTV, CNRS, 1 rue de la Noë, 44321 Nantes, France.

³Univ Paris Est Créteil, LEESU, F-94010 Créteil, France.

⁴Ecole des Ponts, LEESU, F-77455 Champs-sur-Marne, France.

⁵Nantes Métropole, 2 cours du Champ-de-Mars, 44000 Nantes, France.

⁶Citeo, 50 boulevard Haussmann, 75009 Paris, France.

RÉSUMÉ

Les milieux urbains et les activités qui s'y déroulent peuvent constituer une source majeure de macrodéchets, y compris de macroplastiques, potentiellement transférés par les eaux de ruissellement urbain vers le milieu récepteur. Pourtant, peu d'études ont quantifié et caractérisé les flux de macrodéchets issus des zones urbaines et peu d'informations existent sur les facteurs qui régissent ces flux. Cette étude cherche donc à quantifier les flux de déchets véhiculés par les eaux pluviales à l'exutoire de deux bassins versants urbains de l'agglomération nantaise et à évaluer les paramètres qui régulent ces flux. Dans ce but, un suivi des macrodéchets accumulés à l'exutoire de ces bassins versants a été réalisé durant un an. Les déchets récupérés ont été pesés, caractérisés, certains ont été tracés, et ces flux ont été comparés aux densités de déchets quantifiées sur les surfaces urbaines pour évaluer un taux de transfert dans les eaux pluviales. Une variabilité importante des flux exportés jusqu'à l'exutoire démontre un transfert des macrodéchets non linéaire qui dépend de nombreux facteurs (facteurs hydrométéorologiques, typologie des déchets, aménagements urbains). Le taux de fuite des macrodéchets par rapport aux densités présentes sur les surfaces urbaines est faible mais les plastiques sont les déchets les plus facilement transférés et à grande échelle, les flux à gérer restent conséquents.

ABSTRACT

Urban areas and activities that take place there can constitute a major source of macrolitter, including microplastic litter, potentially transferred by stormwaters towards the environment. Nevertheless, few studies quantified and characterized macrolitter inputs from urban areas and little information are available on the factors that influence these fluxes. This study therefore aims at quantify macrolitter emission transferred by stormwater at the outlet of two urban watersheds at Nantes agglomeration and to evaluate the parameters regulating these emissions. In this context, the macrolitter accumulated at the stormwater outlet were collected during one year. The collected items were weighted, characterized, some were traced and fluxes were compared to the densities of macrolitter on the urban surfaces to evaluate a transfer rate in stormwater. A high variability of emissions illustrates a non-linear transfer of macrolitter depending on several factors (hydrometeorological factors, item's typology, urban developments). Macrolitter leakages are low compared to the densities on the urban surfaces but plastics are the more easily transferred items and at large scale, fluxes to manage remain substantial.

MOTS CLÉS

Bassin de rétention, flux, macroplastiques, milieu urbain, ruissellement

1 INTRODUCTION

Malgré une gestion optimisée, l'importante production de déchets, y compris plastiques, conduit à des rejets dans l'environnement. Borrelle et al. (2020) estimaient un taux de fuite de 11 % en 2016 à l'échelle mondiale mais cette estimation repose sur de nombreuses incertitudes et des hétérogénéités géographiques majeures. Les centres urbains sont désignés comme des contributeurs importants de ces fuites (Meijer et al., 2021; Poeta et al., 2016) compte tenu des nombreuses sources et activités qu'ils concentrent. Pourtant, très peu d'études sont disponibles sur les flux de macrodéchets à l'exutoire des réseaux pluviaux en milieu urbain. A notre connaissance, seules quelques rares études apportent des éléments quantitatifs et qualitatifs vis-à-vis de ces flux. Celles-ci confirment que d'importants flux de macrodéchets, surtout plastiques, sont transférés par les réseaux d'assainissement et les rivières urbaines (Tramoy et al., 2022 ; Treilles et al., 2021 ; Weideman et al., 2020 ; Windsor et al., 2019). Davantage de données de terrain sont néanmoins requises pour une meilleure estimation de ces flux et de leur typologie.

Pour répondre à ces objectifs, le transfert de macrodéchets a été étudié durant un an à l'exutoire du réseau d'eaux pluviales de deux bassins versants urbains de l'agglomération nantaise : Jules Verne et Pin Sec. Ces bassins versants sont suivis dans le cadre de l'ONEVU (Observatoire Nantais des Environnements Urbains, Ruban et al., 2007). Leur exutoire est le ruisseau des Gohards dont l'amont est constitué d'un petit bassin de rétention piégeant les macrodéchets. Les déchets ont été collectés, séchés et triés. De plus, afin d'évaluer l'impact de différents facteurs (hydrométéorologiques, typologie et morphologie des déchets, morphologie des avaloirs) sur le transfert des macrodéchets, les campagnes de collecte ont été réalisées à différentes périodes et accompagnées de campagnes de traçage de déchets de différentes formes, placés dans plusieurs avaloirs des bassins versants.

2 METHODE

Les bassins versants Jules Verne et Pin Sec occupent respectivement des surfaces de 74 et 31 ha au nord-est de l'agglomération nantaise (Figure 1). Ces deux bassins versants ont une occupation du sol variée. Jules Verne est essentiellement occupé par des surfaces commerciales et industrielles (50 % de sa surface totale) tandis que Pin Sec est surtout occupé par des habitats pavillonnaires (46 %) et collectifs (33 %). Malgré leur contexte urbain, entre 20 et 30 % de leur surface sont occupés par de nombreuses zones végétalisées (Figure 1).

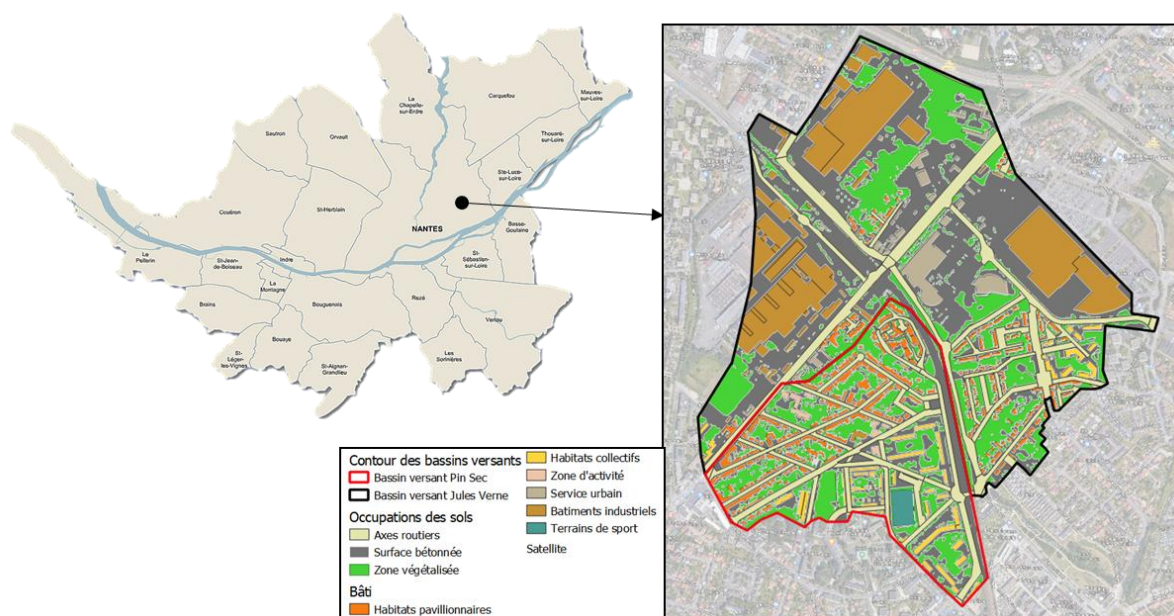


Figure 1: Localisation et occupation du sol des bassins versants Pin Sec (en rouge) et Jules Verne (en noir).

Source: Bridant, 2022

19 campagnes de collecte des macrodéchets (> 1 cm) accumulés dans le bassin du ruisseau des Gohards ont été réalisées durant un an. Les déchets récupérés ont été pesés et caractérisés en laboratoire selon la grille OSPAR (Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est)/TGML (groupe technique sur les déchets marins), regroupant 220 catégories de déchets suivant leur composition et leur utilisation (MSFD Technical Group on Marine Litter, 2013). Les flux mesurés sont comparés d'une part aux densités de déchets sur les surfaces urbaines drainées qui ont été mesurées par comptages visuels et piquetages ; d'autre part aux données des suivis pluviométriques et débitométriques réalisés dans le cadre de l'ONEVU. Parallèlement, un traçage de 360 déchets a été mené afin d'évaluer la connectivité et la réactivité du réseau d'eaux pluviales depuis l'avaloir jusqu'à l'exutoire. Ce traçage consistait à placer des déchets, de différentes formes (petits emballages, bouteilles écrasées/non écrasées, canettes) et marqués avec des scellés numérotés, dans 18 avaloirs de morphologies différentes (à grille ou non, en colonne ou à cloison siphonide) parmi les 267 recensés dans les bassins versants.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Quels flux de macrodéchets ?

En un an, environ 28 kg de déchets (soit 13 645 items) ont été collectés dont environ 14 kg de déchets plastiques (soit 12 559 items). Les plastiques sont prédominants en nombre (92 %), comme en masse (49 %). Cette prédominance découle de la proportion importante de déchets plastiques sur les surfaces urbaines comparativement à d'autres catégories de déchets, mais aussi de leur caractère flottant et persistant (qui ne se dégrade/fragmente pas au cours du transfert par les eaux pluviales). Ils sont donc les plus susceptibles d'être transférés jusqu'à l'exutoire. D'ailleurs, une prédominance des macrodéchets plastiques dans des réseaux hydrographiques urbains a déjà été observée en France (Marseille, Tramoy et al., 2022 ; Paris, Treilles et al., 2021) comme en Afrique du Sud (Cape Town, Weideman et al., 2020).

En considérant les quantités de déchets collectées à l'exutoire des bassins versants Jules Verne et Pin Sec, les flux de déchets transférés via les eaux pluviales sont en moyenne de l'ordre de 0,3 kg/ha/an de déchets, dont 0,1 kg/ha/an de déchets plastiques. Cet ordre de grandeur se situe dans la gamme basse de la fourchette estimée par Weideman et al. (2020) en Afrique du Sud (de 0,05 à 20 kg/ha/an). De même, cet ordre de grandeur est proche mais légèrement inférieur aux quantifications réalisées par Treilles et al. (2021) à Sucy-en-Brie (de $0,4 \pm 0,3$ à $1,7 \pm 0,9$ kg/ha/an).

Comparativement aux densités de déchets présentes sur les surfaces des bassins versants Jules Verne et Pin Sec (environ 116 kg/ha/an dont 24 kg/ha/an de plastiques), les flux exportés à l'exutoire sont faibles (0,2 % des déchets, 0,4 % des plastiques). Ce faible taux de fuite peut résulter de la répartition spatiale des déchets dans l'espace urbain. En effet, la mécanisation des actions de nettoyage au sein des villes induit un nettoyage plus important au niveau des trottoirs et chaussées/caniveaux que dans les zones végétalisées. Dans les bassins versants Pin Sec et Jules Verne, une accumulation de déchets plus importante dans les zones végétalisées est observée. Or, une fois accumulés dans ces zones où le ruissellement n'est pas favorisé, les déchets sont difficilement transférés vers les réseaux pluviaux.

A grande échelle, ce flux reste toutefois considérable. Si on l'extrapole à l'échelle de la métropole nantaise (52 340 ha), la quantité de déchets potentiellement transférée par les eaux pluviales s'élève à environ 16 t/an dont 5 t/an de plastiques. Selon la gestion des eaux pluviales (réseau unitaire/séparatif), ces flux ne sont pas forcément transférés vers le réseau hydrographique. En réseau unitaire, une partie sera transférée vers les stations d'épuration et devra être gérée.

3.2 Quels facteurs d'influence sur les flux exportés ?

Selon les campagnes, les flux mesurés étaient fortement variables et compris entre 31 et 458 g/j. Le stock de déchets présent sur les surfaces des bassins versants ainsi que leur typologie présentent également une forte variabilité temporelle et ces facteurs vont avoir des répercussions sur le flux de macrodéchets transférés vers l'exutoire des eaux pluviales. Ainsi, la masse de déchets exportée tend à augmenter avec le nombre de jours d'accumulation. De même, des périodes spécifiques comme les périodes de vacances scolaires et les activités saisonnières peuvent engendrer des apports ponctuellement conséquents et avec des typologies de déchets différentes.

La pluviométrie peut aussi avoir une influence prononcée sur le transfert des déchets via le ruissellement de surface (Lechthaler et al., 2020). Dans le cadre de cette étude, la masse de déchets récupérée tend effectivement à augmenter avec l'augmentation des précipitations cumulées et des volumes ruisselés. Une corrélation significative entre le nombre de déchets transférés à l'exutoire et l'intensité des événements pluvieux est également observée puisque les événements pluvieux de forte intensité sont susceptibles de transporter plus de déchets que ceux de moindre intensité (Treilles et al., 2021).

La variabilité des densités de déchets sur les surfaces drainées et les paramètres pluviométriques ne sont toutefois pas suffisants pour expliquer la variabilité des flux transférés car le transfert de plastiques des surfaces urbaines vers les réseaux pluviaux n'est pas linéaire et est soumis à des phénomènes physiques variés à de nombreuses échelles (Treilles et al., 2022). Les déchets tracés dans le cadre de cette étude présentent des temps de transfert allant de 3 à 231 jours (parmi les 38 % récupérés au 21 novembre 2022). Ce temps de transfert peut être influencé par la morphologie des avaloirs puisqu'elle régule la façon dont les potentiels déchets vont y être transférés. Par exemple, les avaloirs à cloison siphonoïde sont régulièrement obstrués et la plupart des déchets qui présentent un long temps de transfert proviennent de ce type d'avaloirs. De même, le transfert des déchets placés dans des avaloirs en colonne est accru en cas d'événements pluvieux extrêmes. Ce temps de transfert peut aussi être influencé par la présence d'obstacles au sein du réseau d'eaux pluviales. Enfin, le temps de transfert apparaît influencé par la morphologie et la flottabilité des déchets. Les petits emballages présentent les temps de transfert les plus rapides comparativement à des objets de plus grandes tailles comme les bouteilles et les canettes. Pour ces dernières catégories de déchets, les bouteilles semblent plus facilement transférées que les canettes, probablement du fait de leur meilleure flottabilité.

4 CONCLUSION

Le transfert des macrodéchets depuis les surfaces urbaines jusqu'aux exutoires pluviaux n'est pas un processus linéaire. Les macrodéchets peuvent avoir un temps de résidence important à la fois sur les surfaces urbaines et dans les réseaux pluviaux. Différents facteurs influencent les flux de macrodéchets transférés par les eaux de ruissellement urbain. Dans un premier temps, la mobilité des déchets dépend de leur répartition et de leur distribution dans l'espace public, de leur typologie/morphologie ainsi que des aménagements et de la configuration du réseau d'eaux pluviales (morphologie des avaloirs). Dans un second temps, les quantités transférées dépendent des quantités et de la typologie des déchets sur les surfaces drainées ainsi que des paramètres climatiques. Certains aménagements urbains (zones végétalisées ou espaces verts, avaloirs à grille, avaloirs à cloison siphonoïde) limitent le transfert des macrodéchets et mènent à un faible taux de fuite vers les réseaux pluviaux comparativement aux densités de macrodéchets présentes sur les surfaces urbaines. A grande échelle, ces flux restent toutefois conséquents et nécessitent de trouver des solutions de remédiation adaptées. Parmi elles, une meilleure prise en considération des zones d'accumulation de macrodéchets comme les zones végétalisées et un entretien plus régulier des avaloirs des réseaux d'eaux pluviales pour éviter l'obstruction et récupérer les déchets accumulés, pourraient être efficaces. De plus, l'étude de l'impact des techniques de nettoyage sur les taux de transfert des macrodéchets fait partie des perspectives de cette étude et pourrait permettre d'affiner les solutions de remédiation proposées.

5 REMERCIEMENTS

Ce travail a été mené dans le cadre des projets Plasti-nium (« débris plastiques dans le continuum Terre – Mer », 2021-2025), co-financé par la Région Pays de la Loire et Nantes Métropole, et Stritter (2022-2023), financé par Citeo.

BIBLIOGRAPHIE

Borrelle, S.B., Ringma, J., Law, K.L., Monnahan, C.C., Lebreton, L., McGivern, A., Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G.H., Hilleary, M.A., Eriksen, M., Possingham, H.P., De Frond, H., Gerber, L.R., Polidoro, B., Tahir, A., Bernard, M.,

-
- Mallos, N., Barnes, M., Rochman, C.M., 2020. *Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution*. *Science* 369, 1515–1518. <https://doi.org/10.1126/science.aba3656>
- Bridant, Z., 2022. *Macrodéchets sur les bassins versants urbains : des surfaces aux réseaux pluviaux* (Rapport de stage M2).
- Lechthaler, S., Waldschläger, K., Stauch, G., Schüttrumpf, H., 2020. *The Way of Macroplastic through the Environment*. *Environments* 7, 73. <https://doi.org/10.3390/environments7100073>
- Meijer, L.J.J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C., Lebreton, L., 2021. *More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean*. *Sci. Adv.* 7, eaaz5803. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5803>
- MSFD Technical Group on Marine Litter, 2013. *Guidance on monitoring of marine litter in European seas*. Publications Office, LU.
- Poeta, G., Conti, L., Malavasi, M., Battisti, C., Acosta, A.T.R., 2016. *Beach litter occurrence in sandy littorals: The potential role of urban areas, rivers and beach users in central Italy*. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 181, 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.08.041>
- Ruban, V., Rodriguez, F., Rosant, J.M., Larrarte, F., Joannis, C., Mestayer, P., Andrieu, H., 2007. *Hydrologic and energetic experimental survey of a small urban watershed*. Novatech 2007 - 6ème Conférence sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie, Lyon, France.
- Treilles, R., Gasperi, J., Saad, M., Tramoy, R., Breton, J., Rabier, A., Tassin, B., 2021. *Abundance, composition and fluxes of plastic debris and other macrolitter in urban runoff in a suburban catchment of Greater Paris*. *Water Res.* 192, 116847. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.116847>
- Weideman, E.A., Perold, V., Arnold, G., Ryan, P.G., 2020. *Quantifying changes in litter loads in urban stormwater run-off from Cape Town, South Africa, over the last two decades*. *Sci. Total Environ.* 724, 138310. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138310>