

The 100 Plastic Rivers Programme

Le programme « Plastiques 100 Rivières »

Stefan Krause ^{1,2}, Holly Nel ¹, Uwe Schneidewind ¹, Iseult Lynch ¹, Greg Sambrook Smith ¹, Anna Kukkola ¹, Mohammad Wazne ², Simon Laurent ², Florian Mermillod Blodin ², Jesus Gomez-Velez ³

1) University of Birmingham, School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Birmingham, B15 2TT, UK

2) Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENTPE, UMR 5023 LEHNA, 69622 Villeurbanne, France

3) Vanderbilt University, Civil and Environmental Engineering, US

RÉSUMÉ

Nous commençons seulement à comprendre comment le transport aquatique terrestre et aquatique de déchets plastiques mal gérés contribue aux grandes quantités de pollution plastique détectées dans les océans du monde. En particulier, la magnitude, les sources, les distributions spatiales et les échelles de temps des microplastiques (particules <5 mm de taille) sont encore mal comprises. Les preuves émergentes basées sur le terrain sont souvent difficiles, voire impossibles, à comparer en raison du large éventail de techniques d'échantillonnage sur le terrain, d'extraction de particules et d'analyse en laboratoire utilisées pour l'analyse. De même, les modèles mathématiques qui commencent à prédire le devenir et le transport des microplastiques de petite (parcelle) à grande (bassin fluvial) et même à des échelles mondiales sont basés sur différentes hypothèses de termes sources et représentations des mécanismes de transport des particules, et ne sont donc souvent pas d'accord les uns avec les autres. ou des observations sur le terrain.

Nous présentons ici les premiers résultats du programme mondial des 100 rivières en plastique qui, au cours des 3 dernières années, a tenté de développer une première référence mondiale de la pollution par les microplastiques dans les rivières du monde entier en utilisant des protocoles d'échantillonnage, d'extraction et d'analyse standardisés. Les résultats des niveaux mondiaux de contamination par les microplastiques fluviaux avec des modèles spatiaux identifiés et des points chauds de pollution par les microplastiques sont complétés par des observations détaillées de l'évolution longitudinale des concentrations de microplastiques le long de certains grands systèmes fluviaux en Europe, en Amérique du Nord et en Asie. Les résultats de nos campagnes d'échantillonnage mondiales et locales sont en outre comparés à des modèles mécanistes locaux et mondiaux de devenir et de transport des microplastiques basés sur les processus. Nos résultats révèlent l'existence de modèles spatiaux distincts de pollution microplastique dans les sédiments du lit d'un cours d'eau qui, dans de nombreux cas, peuvent non seulement être liés à des sources de pollution suspectées et à leurs contributions variant dans le temps, mais sont encore plus affectés par les contrôles hydrodynamiques sur le transport, le dépôt et le transport des microplastiques. la remise en suspension ainsi que le forçage par advection de fractions microplastiques en particulier les plus petites dans les sédiments du lit d'un cours d'eau par des processus d'écoulement d'échange hyporhéique. Nos analyses révèlent également que les sédiments du lit des cours d'eau représentent des points chauds d'accumulation de microplastiques où de grandes quantités de ces polluants émergents peuvent être stockées pendant une longue période et créer un héritage de pollution pour les siècles à venir.

Ensemble, nos résultats expérimentaux et basés sur des modèles mettent en évidence la nécessité d'étendre l'attention portée aux sources de pollution microplastiques terrestres afin de générer une meilleure compréhension de leur devenir et de leur transport le long des corridors fluviaux si nous voulons évaluer efficacement leurs impacts sur les écosystèmes terrestres et aquatiques.

ABSTRACT

We here present the first results of the global 100 Plastic Rivers Programme that has over the last 3 years attempted to develop a first global baseline of microplastic pollution in rivers across the world using standardised sampling, extraction, and analysis protocols. Findings of global riverine microplastic contamination levels with identified spatial patterns and hotspots of microplastic pollution are complemented with detailed observations of the longitudinal evolution of microplastic concentrations along selected large river systems in Europe, North America, and Asia. The findings of our global and local sampling campaigns are furthermore compared with process-based mechanistic local and global microplastic fate and transport models. Our results reveal the existence of distinct spatial patterns of microplastic pollution in streambed sediments that in many cases can not only be related to suspected pollution sources and their time-variant contributions but are even more so affected by hydrodynamic controls on microplastic transport, deposition, and resuspension as well as the advective forcing of in particular smallest microplastic fractions into streambed sediments by hyporheic exchange flow processes. Our analyses also reveal that streambed sediments represent hotspots of microplastic accumulation where large quantities of these emerging pollutants can be stored for a long time and create a pollution legacy for centuries to come.

Together, our experimental and model-based findings are highlighting the need to extend the focus on terrestrial microplastic pollution sources towards generating a better understanding of their fate and transport along river corridors if we are to efficiently assess their impacts on terrestrial and aquatic ecosystems.

Keywords

Microplastic, rivers, global, network, sampling

INTRODUCTION

We are only starting to understand how the terrestrial and freshwater aquatic transport of mismanaged plastic waste is contributing to the large quantities of plastic pollution detected in the world's oceans. In particular, the magnitude, sources, spatial distributions, and time scales of microplastic (particles <5mm in size) are still poorly understood. Emerging field-based evidence is often hard or impossible to compare due to a wide range of different field sampling, particle extraction and lab analytical techniques for analysis being used. Similarly, mathematical models that start predicting microplastic fate and transport from small (plot) to large (river basin) and even global scales are based on different source term assumptions and representations of particle transport mechanisms, and therefore frequently don't agree with each other or field observations. We here present the first results of the global 100 Plastic Rivers Programme that provides a global baseline of microplastic pollution in rivers around the world

1 RÉSULTS AND DISCUSSION

A dedicated workflow for microplastic collection from river water and streambed sediments has been developed (Nel et al., 2019, 2020a; Figure 1) and tested in a participatory research approach (Nel et al., 2020b).

Community tested sampling protocol and equipment has been sent out to participating institutions and individuals since 2019, collecting baseline microplastic samples from river waters and streambed sediments of over 50 rivers worldwide so far. In addition, selected river systems such as the Ganges river (India), Boulder Creek (US) and other European river systems have been sampled by project partners and analysed by the Birmingham Plastics research group, providing a first global picture of microplastic pollution in rivers and streambed sediments around the world.

Initial analysis of spatial patterns reveal distinct hotspots and hot moments of microplastic concentrations that in some systems can be attributed to mismanaged plastic waste source distributions and their time variable connectivity to surface water bodies. For other river systems, no correlation of observed patterns to identified source could be identified, with the environmental fate of riverine microplastics being controlled rather by the hydrodynamic transport conditions and deposition and resuspension properties of the respective flow systems.

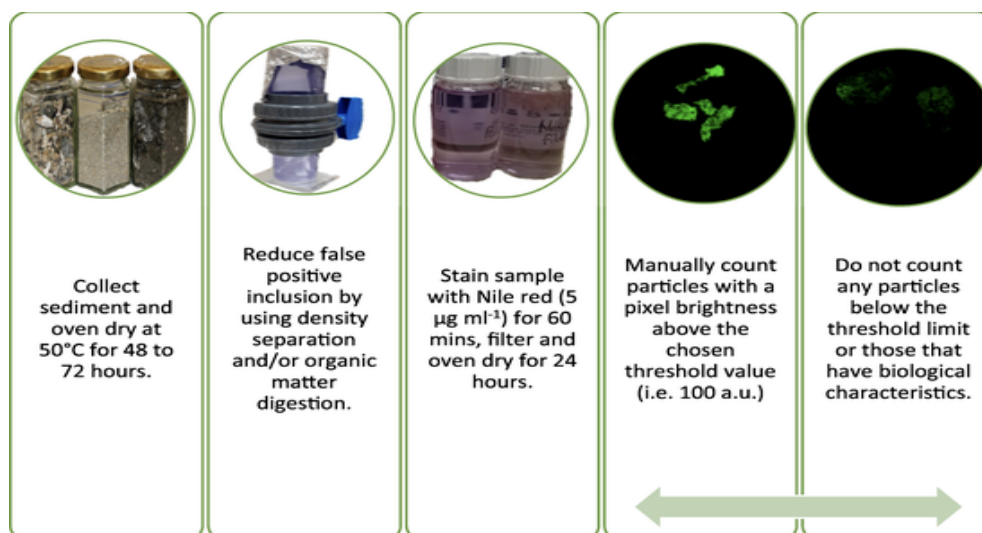


Figure 1: Microplastic sampling, extraction and analysis in the 100 Plastic Rivers programme (From Nel et al., 2020a)

2 CONCLUSIONS

Our study provides a first glimpse into spatial patterns of global river microplastic concentrations. We identified distinct source or transport controls on riverine microplastic concentrations and deposition in streambed sediments. Our participatory approach evidences the powerful potential of community contributions to investigating global microplastic contributions and we encourage the global microplastic community to participate in this continuing programme.

REFERENCES

- Nel H.A., Chetwynd A.J., Kelleher L., Lynch I., Mansfield I., Margenat H., Onoja S., Goldberg Oppenheimer P., Sambrook Smith G.H., Krause S. 2020b. Detection limits are central to improve reporting standards when using Nile Red for microplastic quantification. *Chemosphere*. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127953>.
- Nel, H. A.; Sambrook Smith G.H., Harmer R., Sykes R. Lynch I., Krause S. 2020a. Citizen science reveals microplastic hotspots within tidal estuaries and the remote Scilly Islands, United Kingdom. *Marine Pollution Bulletin*. 161(Part B). 111776. [10.1016/j.marpolbul.2020.111776](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111776)
- Nel H., Krause S., Sambrook Smith G.H., Lynch I., 2019. Simple yet effective modifications to the operation of the Sediment Isolation Microplastic unit to avoid polyvinyl chloride (PVC) contamination. *MethodsX*, 6, 2656-2661, <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.11.007>