



Prospective
research

La communauté
bruxelloise devrait-elle
se préoccuper de ses
rejets de
microplastiques dans la
Senne et le canal ?

Messages clés

La Région de Bruxelles-Capitale est une source importante de microplastiques dans la Senne et le canal de Bruxelles, principalement en raison des eaux usées non traitées rejetées lors des débordements des égouts unitaires (DU). Ces microplastiques sont très concentrés, dominés par les fibres synthétiques et souvent contaminés par des polluants organiques persistants, ce qui présente des risques écologiques.

Sans intervention, le changement climatique intensifiera cette pollution, mais des mesures d'atténuation efficaces telles que l'amélioration de la gestion des bassins d'eaux pluviales, la rétention des fibres et les solutions fondées sur la nature sont disponibles et devraient être mises en œuvre.

Introduction

Les microplastiques constituent une préoccupation mondiale en raison de leur persistance dans l'environnement et de leurs effets potentiellement néfastes sur les écosystèmes et la santé publique. Cependant, l'ampleur de ce problème n'a pas encore été étudiée dans le contexte bruxellois. Compte tenu de la structure urbaine dense de la Région, des systèmes d'égouts unitaires, des stations d'épuration des eaux usées et des connexions directes avec la Senne et le canal de Bruxelles, il est essentiel de comprendre les sources et les voies locales de microplastiques.

Ce projet vise à établir une base scientifique sur la présence et les sources de microplastiques à Bruxelles, à identifier la manière dont les infrastructures urbaines et la population contribuent au problème, et à explorer comment la pollution par les microplastiques pourrait évoluer selon différents scénarios politiques et de développement urbain. En générant des données pertinentes au niveau local et des projections pour l'avenir, Plastic-City soutiendra la prise de décision fondée sur des preuves et éclairera à la fois les actions à court terme et les stratégies à long terme visant à réduire la pollution par les microplastiques dans la Région de Bruxelles-Capitale (RBC).

Méthodes et approches

Les méthodes visent à établir quantitativement le cycle des plastiques dans la RBC, des consommateurs à la Senne et au canal, pour la période actuelle (2023 – année de référence), à déterminer la quantité de polluants organiques spécifiques associés aux microplastiques, à construire des outils de modélisation prospective basés sur les voies de circulation et les équations de bilan massique, et enfin à utiliser ces outils pour estimer les effets de différents scénarios sur la distribution des microplastiques dans les cours d'eau bruxellois.

La consommation de plastique et la gestion des déchets dans la région BCR ont été évaluées sur la base des données statistiques nationales de 2023. Pour les microplastiques inconnus et la répartition des polluants, quatre échantillonnages ont été effectués en 2023 sur la Senne et le canal, en amont et en aval de Bruxelles, ainsi qu'à la station d'épuration des eaux usées (STEP) Nord. L'accent a été mis sur les microplastiques de 0,3 à 5 mm, collectés dans les eaux de surface selon les procédures recommandées par la NOAA ⁽¹⁾. Les concentrations de microplastiques ont été déterminées en masse et en nombre par séparation par densité, stéréomicroscopie et validation par analyses spectroscopiques. Les gros débris (> 5 mm) retirés des eaux usées par des grilles à l'entrée de la STEP Nord ont également été analysés pour détecter la présence de macroplastiques par tri manuel et pesée. Les contaminants organiques (hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP) présents sur les

microplastiques ont été extraits et quantifiés sous forme de concentrations bioéquivalentes de produits chimiques de référence standard.

Pour les analyses prospectives, un modèle de bilan massique a été développé afin de représenter les flux annuels de plastiques et de microplastiques dans les réseaux d'égouts, les rivières et les canaux de Bruxelles, à partir des données quotidiennes sur les débits provenant de plusieurs bases de données hydrologiques et sur les eaux usées. Ce modèle a ensuite été utilisé pour explorer et analyser l'impact de scénarios futurs tels que : la réduction des pertes de microplastiques, l'amélioration du traitement des eaux usées, la gestion des eaux pluviales et le changement climatique.

¹ Administration nationale océanique et atmosphérique
https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/10296/noaa_10296_DS1.pdf

Résultats et scénarios prospectifs

La Senne et le canal dans la RCB sont actuellement contaminés par des concentrations élevées de microplastiques (**40 à 810 particules/m³ dans la Senne et 3 à 20 particules/m³ dans le canal**), dont une grande partie (> 45 %) sont **de petites fibres**. Ces microplastiques sont également contaminés par des niveaux élevés d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). La cooccurrence de microplastiques associés à des HAP met particulièrement en danger l'état environnemental des systèmes aquatiques. Ainsi, les microplastiques et la contamination qui leur est associée viennent s'ajouter à la longue liste des contaminants étudiés qui détériorent la qualité des cours d'eau bruxellois.

Le principal point d'entrée des microplastiques dans la Senne et le canal de Bruxelles **est la perte de microplastiques dans le réseau d'égouts bruxellois**. Cette perte peut se produire par le rejet de fibres provenant **du lavage de tissus synthétiques** et par le lessivage et la fragmentation des **déchets plastiques urbains** par le ruissellement de surface vers les égouts du réseau d'égouts unitaire. En conséquence, les concentrations en microplastiques sont très élevées dans les eaux usées non traitées (**5 000 à 10 000 particules/m³**).

Bien que les microplastiques soient également présents dans la Senne, le canal et leurs affluents en amont de Bruxelles, les concentrations élevées observées dans les cours d'eau de la BCR **sont essentiellement liées aux apports provenant de la BCR**, et plus précisément au système régional de collecte et de traitement des eaux usées. Cela signifie que les communautés bruxelloises ont entre leurs mains les moyens de changer la situation.

Les stations d'épuration bruxelloises se sont révélées très efficaces pour retenir les particules microplastiques des eaux usées (**élimination de plus de 99 %**) et constituent une source mineure de contamination. Cependant, toutes les eaux usées ne sont pas traitées et **les déversoirs d'orage bruxellois ont été identifiés comme la principale source de pollution par les microplastiques** dans les cours d'eau bruxellois. Bien qu'ils ne représentent qu'une petite fraction du débit total (1,5 à 3 %) de la Senne et du canal, leurs concentrations élevées en microplastiques en font la source dominante.

Le contrôle des **fuites de microplastiques dans les égouts** et des **rejets des égouts unitaires de secours** constituent donc les **leviers de contrôle** les plus efficaces pour modifier la contamination par les microplastiques dans la Senne et le canal.

Futurs possibles

Le scénario « **business as usual** » (**BAU**) part du principe que les tendances actuelles en matière d'utilisation du plastique, d'émissions de microplastiques dans les égouts et de pratiques de gestion des eaux usées resteront inchangées par rapport à l'année de référence 2023. Dans cette hypothèse, les systèmes de collecte et de traitement des eaux usées fonctionnent comme aujourd'hui, mais avec **une augmentation des précipitations prévue pour 2050 et 2100** en raison du changement climatique. Dans ces conditions, la situation déjà critique en matière de pollution par les microplastiques devrait s'aggraver. Les simulations du modèle indiquent que l'augmentation des précipitations entraînera une **hausse de 30 à 40 % des concentrations de**

Résultats et scénarios prospectifs

microplastiques dans les cours d'eau bruxellois, principalement due à l'augmentation des volumes **des débordements des égouts unitaires (CSO)**.

En revanche, plusieurs **scénarios d'atténuation** montrent un potentiel prometteur pour réduire la contamination par les microplastiques. Tous les scénarios permettant **de réduire d'au moins 50 % les apports de microplastiques provenant des CSO** devraient permettre de réduire les concentrations dans la Senne et le canal d'environ **40 %**. Ces réductions peuvent être obtenues grâce à des mesures visant à diminuer les concentrations de microplastiques dans les eaux usées ou à limiter les rejets des CSO, ou, idéalement, grâce à une combinaison des deux approches.

Une stratégie efficace consisterait à **mettre en œuvre le système de gestion des eaux usées de Bruxelles** conformément à la directive européenne révisée sur le traitement des eaux urbaines résiduelles (2024). Cette directive recommande que **les volumes des CSO ne dépassent pas 2 % de la charge annuelle des eaux usées par temps sec**. Pour Bruxelles, le respect de cette recommandation nécessiterait une **réduction de 80 % des volumes actuels de débordement des égouts**, ce qui entraînerait une diminution substantielle des émissions de microplastiques dans la Senne et le canal.

La réduction des volumes de CSO peut être obtenue grâce à des technologies permettant de mettre tous les **bassins d'eaux pluviales en mode de régulation dynamique**. La régulation dynamique des bassins d'eaux pluviales à l'aide de modèles hydrologiques et mathématiques est une approche récente qui permet de réduire les eaux de

ruissellement se déversant dans les cours d'eau naturels.

En outre, le soutien croissant du public et des institutions **en faveur des solutions fondées sur la nature (NBS)** offre également une opportunité d'atténuer la pollution liée aux CSO. Les preuves de la contribution des CSO à la dégradation de la qualité de l'eau ont incité les villes européennes à adopter **des NBS telles que les toits verts, les chaussées perméables, les jardins pluviaux et les rigoles végétalisées**. Ces solutions améliorent l'infiltration naturelle et le stockage des eaux pluviales, réduisant ainsi les volumes de ruissellement qui pénètrent dans les réseaux d'égouts unitaires. Les résultats de la modélisation indiquent qu'une **réduction de 10 % des eaux pluviales entrant dans les égouts** à Bruxelles pourrait réduire les rejets des CSO de **50 %**, tandis qu'une **réduction de 20 %** pourrait pratiquement **éliminer les CSO**. De telles améliorations réduiraient considérablement les flux de microplastiques vers la Senne et le canal.

Un autre sujet de préoccupation majeur est le **rejet de fibres textiles synthétiques lors du lavage**. La population a rapidement pris conscience du problème grâce à la découverte de fibres dans les rivières, les océans et même les tissus humains. Les gouvernements et les institutions, comme en France, réagissent en prenant des mesures telles que **l'installation obligatoire de filtres dans les machines à laver et la mise en place d'initiatives textiles durables**, tandis que l'industrie développe **des tissus à faible perte de fibres et des technologies de filtration améliorées**. À Bruxelles, la réduction de la charge en fibres dans les eaux usées domestiques pourrait diminuer les

Résultats et scénarios prospectifs

concentrations globales de microplastiques de **30 à 40 %**. Bien que cette mesure ne puisse à elle seule éliminer la pollution par les microplastiques, elle représente une étape importante et réalisable, en particulier lorsqu'elle est mise en œuvre à l'échelle nationale.

Ensemble, ces conclusions soulignent que les résultats futurs dépendent fortement de **l'intégration de stratégies technologiques, comportementales et basées sur la nature**. Sans intervention, la pollution par les microplastiques continuera de s'aggraver sous la pression du changement climatique. Cependant, une approche coordonnée, combinant une gestion améliorée des eaux usées, la rétention des fibres textiles et l'application généralisée de solutions basées sur la nature, pourrait réduire considérablement les niveaux de pollution et favoriser un système d'eau urbain plus propre et plus résilient pour la région de Bruxelles-Capitale.

Recommandations politiques

Afin de réduire le rejet de fibres dans la Senne et le canal, nous recommandons aux autorités de la RBC **de promouvoir** en premier lieu **l'installation volontaire de filtres à fibres pour les machines à laver**. Ces filtres sont déjà disponibles dans le commerce et plusieurs fabricants proposent désormais des modèles équipés de systèmes intégrés. Des campagnes de sensibilisation du public pourraient encourager les ménages à adopter ces filtres, en soulignant l'importance d'un entretien et d'une élimination appropriés des fibres collectées afin d'éviter leur réintroduction dans l'environnement. Dans un deuxième temps, **des exigences obligatoires**, similaires à celles déjà introduites en France, pourraient être envisagées afin de garantir une adoption généralisée.

Afin de réduire les émissions de fragments de plastique, nous recommandons **d'améliorer les connaissances sur la répartition des microplastiques dans le bassin versant du BCR**. La cartographie des schémas spatiaux et l'identification des points chauds de pollution aideraient à orienter les mesures d'atténuation et les efforts de nettoyage ciblés. Le renforcement des réseaux de surveillance et des collaborations en matière de recherche fournirait les données nécessaires pour étayer la prise de décision fondée sur des preuves et des interventions locales efficaces.

Afin de **réduire les débordements des égouts unitaires**, nous recommandons d'évaluer et d'optimiser le fonctionnement des réservoirs d'eaux pluviales existants grâce à **une régulation dynamique des débits**. Contrairement aux coûteuses mises à niveau des infrastructures, cette approche utilise la surveillance et le contrôle en

temps réel pour réduire les débordements et les rejets de microplastiques dans la Senne et le canal. Il convient de soutenir en priorité Hydria dans ses investissements visant à améliorer la gestion des bassins d'eaux pluviales et à éviter les débordements des égouts unitaires.

En outre, la mise en œuvre de **solutions fondées sur la nature (NBS)** devrait être encouragée en tant que stratégie complémentaire pour gérer les eaux pluviales à la source. Des mesures telles que **les toits verts, les chaussées perméables, les jardins pluviaux et les rigoles végétalisées** peuvent contribuer à retenir et à infiltrer les eaux de pluie, allégeant ainsi la charge qui pèse sur le réseau d'égouts. Les résultats du projet indiquent **qu'intercepter environ 37 mm d'eau de pluie par an** avant qu'elle ne pénètre dans le réseau d'égouts pourrait réduire les volumes de CSO d'environ 50 %. Cette valeur peut servir de référence pratique pour les futures initiatives d'urbanisme et de gestion des eaux pluviales à l'échelle des parcelles.

Ensemble, ces recommandations soulignent la nécessité d'une **approche multi-échelle et intégrée** combinant changement de comportement, innovation technologique, amélioration de la collecte de données et gestion durable de l'eau en milieu urbain afin de réduire efficacement la pollution par les microplastiques dans les cours d'eau bruxellois.

Liste de publications

- Brion, N., Van Antwerpen, P., & Elskens, M. (2025). Plastic City : Prospecting the plastic environmental debt in the Brussels Region – present status and future projections. Rapport final du projet 2022-PRB-06, Innoviris.
- Nasrallah, N., & Brion, N. (2025). Tracing Microplastics in River Flow: A Case Study of the Zenne River in the Brussels Capital Region. Thèse pour l'obtention du diplôme de master en sciences et gestion marines et lacustres, VUB.
- Song, J. Q., & Brion, N. (2024). Estimation de la contribution des réseaux d'égouts unitaires et des stations d'épuration des eaux usées en tant que source de macroplastiques et de microplastiques dans les cours d'eau bruxellois. Thèse de master PartimII, Faculté des sciences et des sciences bio-ingénierie, VUB.
- Su, Y. (2025). Bioessais AhR et ER-CALUX pour la surveillance environnementale des composés aromatiques polycycliques et des xénoestrogènes. Thèse pour le doctorat en sciences (VUB) et le doctorat en sciences biomédicales et pharmaceutiques (ULB).
- Van Campenhout, C., Elskens, M., & Brion, N. (2023). Test et optimisation des méthodes d'échantillonnage et de détermination des microplastiques dans les cours d'eau bruxellois. Mémoire de master PartimII, Faculté des sciences et des sciences bio-ingénierie, VUB.

Les mémoires de master et de doctorat sont disponibles sur demande à l'adresse nnbrion@vub.be

L'équipe de recherche

L'AUTEUR ET LE PROJET

Le Dr Natacha Brion est chercheuse senior au laboratoire AMGC de la VUB. Elle étudie le cycle biogéochimique des traceurs de pollution dans les systèmes aquatiques en combinant des expériences d' s à l'échelle microscopique avec des bilans à l'échelle de l'écosystème. Au cours des dix dernières années, ses recherches se sont concentrées sur les rivières et les estuaires urbains.

Le projet Plastic City (2022-2025) se concentre sur la dynamique des microplastiques dans la Senne et le canal, sous la direction des professeurs Marc Elskens (VUB) et Pierre Van Antwerpen (ULB).

Contact : Dr Natacha Brion (nnbrion@vub.be)

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Cette recherche a été financée par Innoviris. Toutes les opinions, convictions et recommandations exprimées dans ce document appartiennent entièrement à l'auteur. Innoviris ne peut en être tenu responsable.

Raison d'être du programme Prospective Research

La Région de Bruxelles Capitale est traversée par un ensemble de défis de société majeurs auxquels elle doit se préparer à faire face, qu'il s'agisse des crises sanitaires et écologiques qui viennent interroger radicalement nos modes de production et de consommation ; des changements climatiques qui affectent nos possibilités de vivre dans des espaces urbains complexes ; des inégalités sociales et économiques qui minent les fondements de notre vivre-ensemble ou encore des façons de se loger, d'aménager et de préserver l'espace, de se déplacer en ville qui viennent confronter durement des pratiques et des représentations de ce que doit être un territoire comme celui de la RBC. Ces défis peuvent être appréhendés comme des carrefours : ils ne peuvent se résumer à une seule composante, mais s'articulent de façon complexe autour de multiples causes, domaines, effets et acteurs dont les valeurs, les intérêts et les points de vue divergent. Il n'existe pas de vraie ou de fausse solution, mais des solutions pires ou meilleures en fonction des points de vue¹. Leur devenir est incertain, les développements futurs imprévisibles et les implications sur le temps long considérables. Ces éléments compliquent la gouvernance de nos sociétés confrontées aux enjeux de leur développement durable et inclusif. De fait, les modèles de prévision, reposant sur la projection de données passées et auxquels on demande d'annoncer ce que sera l'avenir, ne fonctionnent plus dans des périodes d'instabilité relative comme celles que nous traversons, ni pour penser l'après-demain. Nos systèmes évolueront très loin de leur régime actuel sans pour autant que l'on puisse en prévoir tous les effets².

Née au lendemain de la seconde guerre mondiale en France, la prospective s'est formalisée pour répondre aux interrogations politiques et sociales qui restent d'actualité : « un sentiment permanent d'accélération du temps ; la reconnaissance d'une incertitude totale et anxiogène ; le constat d'une complexité croissante des problèmes humains sous les effets des multiples interdépendances issues de la globalisation ; un potentiel quasi infini de la technique, accompagné de promesses toujours plus impressionnantes, mais le plus souvent déconnectées de réflexions éthiques ; une forte demande de réflexion sur les finalités des actions humaines ».³

Dès lors, depuis quelques années, bon nombre de pays se dotent d'analyses prospectives solides pour pouvoir agir dans un monde incertain. Le programme Prospective Research for Brussels s'inscrit dans ces développements en étant un programme de financement pionnier en Région de Bruxelles Capitale. Il soutient des recherches scientifiques prospectives portant sur des défis de sociétés majeurs, analysés de façon systémique, collaborative et pluridisciplinaire. Adossée à la recherche scientifique, la prospective vient construire un ensemble de recommandations basées sur des futurs possibles, à partir de jeux d'hypothèses précises et des récits qui articulent l'ensemble. Ces recommandations ont pour objectif d'interroger notre présent et d'aider les acteurs régionaux à s'orienter dans la nébuleuse d'incertitudes et de controverses, à se préparer à des changements de société anticipés et à provoquer des évolutions souhaitées, permettant de s'émanciper des logiques plus immédiates de gestion de crises aux conséquences environnementales, sociales et économiques particulièrement coûteuses. Ainsi, la prospective invite à « se réapproprié, individuellement et collectivement, l'avenir, (et à) devenir ensemble les artisans d'un futur choisi, plutôt que des victimes d'un avenir subi ».

¹ Cf. thèse de doctorat d'**Aurore Fransolet** (2019), Knowing and Governing Super-Wicked Problems: A Social Analysis of Low-Carbon Scenarios. Cf : <https://2100.org/wp-content/uploads/Synthese-these-Aurore-Fransolet.pdf>.

² **Jean-Pierre Laurent et Monnet Éric**, « Manières de dire l'avenir sans nier l'incertitude : de l'économie aux sciences du climat. Entretien avec Michel Armatte », Tracés. Revue de Sciences humaines [En ligne], 24 | 2013. URL: <http://journals.openedition.org/traces/5671>.

³ **Durance Philippe** (sous la dir.), La prospective stratégique en action, 2014, Odile Jacob.



Prospective
research

*Funding research &
Innovation
Promoting science*