



HAL
open science

Micro- et nanoplastiques dans les eaux continentales

Laury Gauthier

► **To cite this version:**

Laury Gauthier. Micro- et nanoplastiques dans les eaux continentales : Évaluation écotoxicologique des micro- nano-plastiques des eaux continentales. Les cahiers de la Recherche : Santé, Environnement, Travail, 2021, Microplastiques et nanomatériaux, 17, pp.37-39. anses-03350133

HAL Id: anses-03350133

<https://anses.hal.science/anses-03350133>

Submitted on 21 Sep 2021

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.

Micro- et nanoplastiques dans les eaux continentales

Évaluation écotoxicologique des micro- nanoplastiques des eaux continentales

Laury GAUTHIER, Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Environnement, UMR CNRS 5245, Castanet Tolosan

Équipes partenaires : **Loïc Ten-Hage**, Université Toulouse 3, Paul Sabatier Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Environnement - **Alexandra Ter Halle**, Université Paul Sabatier, Laboratoire IMRCP, CNRS UMR 5623, Toulouse - **Julien Gigault**, CNRS/Université de Rennes 1, Laboratoire Géosciences, Rennes UMR 6118, Rennes

Projet de recherche (de 2017 à 2020) –
Financement : 194.230 € – Contact :
laury.gauthier@univ-tlse3.fr

Mots-clés : matière plastique, déchet plastique, polystyrène, polyéthylène, polymère, microparticule, nanoparticule, écotoxicologie, pollution, eau douce, rivière, écosystème, interaction, microorganisme, réactivité, biodisponibilité

Depuis le XX^e siècle, les matières plastiques n'ont cessé d'être utilisées. Elles sont fabriquées à partir de la pétrochimie *via* un grand nombre de techniques de transformation (ex. polychlorure de vinyle, polyéthylène, polystyrène, polypropylène, nylon) et chaque année, huit millions de tonnes finissent dans les océans. Ainsi, pour une grande majorité d'entre elles, elles transitent par les rivières, les côtes littorales, etc. Une fois dans l'environnement, sous l'effet conjugué des rayons solaires et de l'abrasion mécanique (ex. courant, vague, vent), ces matières plastiques flottantes se fragmentent progressivement en particules de plus en plus petites, voire invisibles.

Dans le milieu marin, les micro-plastiques (et leurs contaminants associés) ont été retrouvés, par exemple, dans les systèmes digestifs et respiratoires d'organismes tels que des huîtres,

des poissons, des baleines... La fragmentation des débris de plastiques en particules de tailles micrométriques puis nanométriques pose donc question et soulève des inquiétudes tant au niveau toxicologique (santé humaine) et écotoxicologique (santé environnementale). Si la pollution de plastique dans le milieu marin est maintenant reconnue par les scientifiques comme une menace pour l'équilibre de ses écosystèmes, il est alors surprenant de constater que la pollution de plastiques dans les eaux continentales a été encore très peu étudiée.



Illustration 19 : Filet manta en action lors d'un prélèvement en Garonne (Auteur : Florence Mouchet)

La composition du plastique

Le plastique est un mélange réalisé à partir d'une matière de base (un polymère) et différents additifs qui peuvent représenter jusqu'à 50% en masse du plastique. Cette composition même est importante :

- La nature même du polymère (constituf du plastique), sa porosité, sa densité, ses fonctions de surface sont des paramètres capables d'influencer la réactivité environnementale et biologique du matériau ;
- Les différentes substances entrant dans la formulation du plastique (ex. agents structurants, catalyseurs, durcissants, pigments, solvants) sont toutes capables d'influencer les interactions avec les milieux et le vivant.

Le projet de recherche : EMPEC

L'objectif principal du projet EMPEC était de fournir des données sur la nature et les flux des débris de plastiques dans les milieux aquatiques puis d'évaluer l'impact toxicologique de ces particules (de tailles micrométriques et nanométriques) chez des organismes aquatiques au niveau des eaux continentales, encore peu étudiées.

Méthodologie

La logique qui a prévalu pour la réalisation de ces travaux a été celle d'une évaluation de particules de micro- et nanoplastiques de plus en plus complexes dans la mesure où une évolution existe entre la nature même des plastiques dits « vierges » et des plastiques qualifiés d'« environnementaux »¹⁰⁰. Pour ce faire, nous avons choisi de travailler à des concentrations faibles, voisines des concentrations moyennes estimées dans les eaux continentales¹⁰¹.

L'évaluation écotoxicologique a été réalisée à partir de fractions de micro- et nanoplastiques en dispersion aqueuse et préalablement stabilisées à part égale avec de la matière organique naturelle de rivière¹⁰². Différentes catégories d'effets biologiques ont ainsi été mesurées chez les organismes exposés :

- Chez les microalgues, principalement la croissance, l'activité photosynthétique et la respiration ;
- Chez les larves benthiques du chironome¹⁰³, la mortalité, la croissance, le développement et les effets tératogènes (acquisition de malformations) ;

- Sur les larves de xénope¹⁰⁴, la mortalité, la croissance et les effets génotoxiques.

Nous avons ainsi pu documenter les données écotoxicologiques concernant principalement deux familles de polymères : les polystyrènes et les polyéthylènes. À noter que pour ces derniers, qui représentent environ 50% des matériaux plastiques retrouvés en rivière et la majorité des plastiques « marins », il y a peu d'études paradoxalement les concernant¹⁰⁵.

Résultats

L'ensemble de nos résultats tend à montrer qu'il paraît quasiment impossible de prédire les effets biologiques potentiels des différentes fractions de plastiques qui constituent dans la nature, un continuum de tailles allant des macro objets aux nanoparticules – chaque classe de taille pouvant porter des effets biologiques différents.

- **Effets des micro- et nano-polystyrènes :** les effets se sont avérés relativement modérés à faibles (difficilement interprétables) chez les microorganismes photosynthétiques (ex. algues vertes, diatomées). Seuls les hétéro-agrégats PS-HA¹⁰⁶ ont provoqué une diminution de la croissance et du développement chez la larve de chironome aux plus fortes concentrations testées¹⁰⁷. Chez l'amphibien, seule la forme PS-HA s'est aussi montrée plus toxique que les autres : notamment, cette fois-ci, vis-à-vis du matériel génétique puisque seule cette forme hétéro-agrégée a permis d'observer des effets génotoxiques, mais aussi de la perturbation endocrinienne¹⁰⁸.

¹⁰⁰ Débris collectés dans l'environnement (c'est-à-dire après leur séjour en milieu naturel) : ce qui est un aspect très original du projet.

¹⁰¹ De l'ordre de 0,1-100 µg/L.

¹⁰² Acide humique de la rivière Suwanee fourni par la Société Internationale des Substances Humiques (IHSS).

¹⁰³ Insecte diptère ressemblant à un moustique.

¹⁰⁴ *Xenopus laevis*, xénope ou crapaud d'Afrique du Sud.

¹⁰⁵ Peut-être dû à la difficulté de les utiliser pour réaliser des essais biologiques.

¹⁰⁶ Polystyrène dans sa forme hétéro agrégée.

¹⁰⁷ Dans ce cas, il semble que l'effet biologique observé soit davantage influencé par la biodisponibilité de la particule que par sa taille puisque, à taille identique, la fraction nanométrique PS-50 ne montre aucun effet toxique.

¹⁰⁸ Il semble que l'on puisse attribuer les effets observés au niveau important de la dispersion et donc de la

- **Effets des micro- et nano-polyéthylènes :** il n'a pas été possible, au cours de nos travaux, de produire des dispersions utilisables pour les essais biologiques à partir du polyéthylène « vierge ». À partir d'expositions de larve de xénope aux plastiques dits « environnementaux »¹⁰⁹, une fraction nanométrique de polyéthylène a montré des effets génotoxiques clairs ainsi que des effets négatifs sur le développement des larves. Toutefois, ne connaissant pas précisément l'historique du matériau collecté, on peut supposer que son séjour dans l'environnement a été suffisamment long pour le modifier chimiquement¹¹⁰, lui donnant ainsi la capacité d'interférer fortement avec les processus biologiques au sein de l'organisme. On ne peut donc exclure l'intervention d'autres processus chimiques et biologiques pour expliquer les effets toxiques observés en présence de polyéthylène vieilli ou irradié (UV A). Contrairement à ce que nous avons observé pour le polystyrène, il semble difficile de ne pas envisager l'influence d'un effet « taille ». En effet, on remarquera qu'aucun effet n'a pu être observé en présence de la fraction nanométrique de grande taille (90 µm) de polyéthylène alors que les fractions micro- et nanométriques ne diffèrent entre elles que par la taille sans modification chimique d'une classe à l'autre.

Nos résultats montrent ainsi la complexité des phénomènes à considérer. Pendant le séjour dans l'environnement, les transformations chimiques peuvent moduler radicalement la réactivité des objets en modifiant leurs interactions au cours du temps. La nature

biodisponibilité de la nanoparticule qui aurait été capable, sous cette forme, de manifester ses effets mutagènes jusqu'au niveau des organes hématopoïétiques (qui produisent des cellules sanguines) au sein de l'organisme.

¹⁰⁹ Veillis « naturellement » au cours de leur séjour dans le milieu.

¹¹⁰ Par oxydation en surface et/ou en profondeur.

même du milieu récepteur du déchet plastique va largement influencer sa réactivité biologique en modulant, par exemple, sa biodisponibilité. La présence d'autres contaminants¹¹¹ dans le milieu peut aussi conduire, par d'autres voies, à la contamination des écosystèmes. Tout au plus, pouvons-nous espérer participer à la prise de conscience de la tâche qui incombe à nos sociétés afin de réduire efficacement les rejets de plastiques dans l'environnement, même si on ne sait pas toujours prédire efficacement ni les flux réels ni les effets potentiels de ces déchets sur les écosystèmes.

Publications :

ROWENCZYK L., LEFLAIVE J., CLERGEAUD F., MINET A., FERRIOL J., GAUTHIER L., GIGAULT J., MOUCHET F., ORY D., PINELLI E., ALBIGNAC M., ROUX C., MINGOTAUD AF., SILVESTRE J., TEN HAGE L., TER HALLE A. (2021). Heteroaggregates of polystyrene nanospheres and organic matter: preparation, characterization and evaluation of their toxicity to algae in environmentally relevant conditions. *Nanomaterials*, 11, 482.

DOI: [10.3390/nano11020482](https://doi.org/10.3390/nano11020482) 

¹¹¹ Capables de s'adsorber, puis de se désorber après ingestion dans un organisme vivant.