

Comment les nanoplastiques passent dans le réseau trophique aquatique

22 septembre 2022 | Ori Schipper

Catégories: Écosystèmes | Polluants

Les plus petites particules de plastique sont restées jusqu'à présent largement inexplorées, parce qu'elles ne sont pas détectables dans l'environnement. Des chercheuses et chercheurs de l'Eawag montrent maintenant que les nanoplastiques s'accrochent aux biofilms visqueux, que l'on trouve par exemple sur les pierres des ruisseaux ou des rivières. Les particules sont alors ingérées par des escargots d'eau douce qui se nourrissent de ce biofilm.

Le plastique est chimiquement stable – et donc plus persistant que beaucoup d'entre nous peuvent l'imaginer. Avec le temps, les débris de plastique se désagrègent en morceaux de plus en plus petits, qui – selon leur diamètre – sont appelés micro- ou nanoparticules de plastique. Alors que les microplastiques sont assez bien étudiées et ont récemment été détectées non seulement dans des endroits reculés de l'Arctique mais aussi, par exemple, dans le lait maternel humain, les nanoplastiques sont restées largement inexplorées. «Nous ne savons pratiquement rien sur les nanoplastiques dans l'environnement, car nous ne pouvons pas les quantifier avec nos méthodes d'analyse actuelles», explique Ahmed Tlili, toxicologue environnemental à l'Eawag.

Dopées avec un métal précieux rare

Récemment, Tlili et son groupe de recherche ont publié pour la première fois des données quantitatives sur l'accumulation et l'absorption de nanoparticules de plastique par des organismes vivant dans les eaux douces. Pour leurs expériences, les scientifiques ont eu recours à des nanoplastiques en polystyrène, développées à l'ETH Zürich et contenant comme traceur un métal précieux rare, le palladium. Cette astuce a permis à Tlili et ses collaborateurs de suivre précisément l'entrée des minuscules particules de plastique dans le réseau trophique aquatique.

Lorsque les particules pénètrent dans le système aquatique, elles sédimentent et atteignent le périphyton. C'est ainsi que les scientifiques appellent le biofilm glaireux et collant qui se forme à la surface des pierres dans les ruisseaux et les rivières. Dans leurs expériences, Tlili et ses collègues ont cultivé le périphyton pendant cinq semaines sur des lames de verre immergées dans de l'eau prélevée du Chriesbach, un cours d'eau proche de l'Eawag. Dès que les particules de nanoplastique ont été ajoutées, elles ont été piégées de manière irréversible dans le biofilm. Les nanoplastiques ne semblaient pas avoir d'effets majeurs sur la diversité et les fonctions microbiennes du périphyton, comme le rapportent les scientifiques dans leur article. La teneur en lipides et la proportion relative de nutriments tels que le phosphore ou l'azote dans le périphyton n'ont pas changé non plus.

Nanoplastiques dans les fèces d'escargots

Les chercheuses et chercheurs ont ensuite placé de petits escargots d'eau douce sur les lames colonisées par le périphyton. Ces escargots se nourrissent du biofilm et s'il contient des nanoplastiques, ils les ingèrent. Cependant, ils se débarrassent aussi rapidement des nanoplastiques par la défécation, comme l'ont découvert Tlili et ses collègues lorsqu'ils ont collecté les fèces des escargots et mesuré le palladium qu'elles contenaient. Malgré leur élimination rapide, l'ingestion des nanoplastiques a eu un effet important sur les escargots: alors que ceux qui se nourrissaient de périphyton non contaminé ont commencé à pondre des œufs après cinq jours, les escargots qui se nourrissaient du biofilm auquel les nanoplastiques adhéraient ne se sont pas reproduits du tout jusqu'à la fin des expériences de deux semaines.

Dans leur article, l'équipe de Tlili énumère deux mécanismes possibles qui pourraient expliquer pourquoi les nanoplastiques rendent les escargots infertiles. D'une part, la valeur nutritionnelle de la nourriture pourrait s'être détériorée à cause des nanoplastiques. «Même si la teneur totale en lipides que nous avons mesurée reste la même, les escargots ont pu avoir moins d'acides gras essentiels de haute qualité à leur disposition», explique Tlili. D'autre part, les particules de nanoplastiques ont peut-être déclenché une inflammation dans l'intestin des escargots. Cette inflammation aurait pu se propager aux organes reproducteurs, qui se trouvent anatomiquement à proximité du tube digestif. «De tels effets ont déjà été démontrés avec les microplastiques», précise Tlili.

Une base pour une meilleure évaluation des risques

«Nous pensons que nos résultats contribueront à fonder une base pour une meilleure évaluation des risques associés aux nanoplastiques dans les eaux douces», constate l'équipe de Tlili. La plupart des gens ne prêtent pas vraiment attention à la couche visqueuse qui recouvre les pierres dans les cours d'eau. «Beaucoup en sont même dégoûtés», ajoute Tlili. Pourtant, la grande diversité de bactéries, champignons, algues et virus que contient le périphyton est très importante pour le fonctionnement écologique des cours d'eau. «Le périphyton est la base de la chaîne alimentaire et joue un rôle crucial dans le cycle des nutriments des cours d'eau», écrit l'équipe de Tlili.

«Le biofilm naturel est très complexe et sa composition varie probablement d'un cours d'eau à l'autre», précise Tlili. Dans d'autres travaux, le groupe de recherche de Tlili a publié un protocole pour établir un biofilm standardisé (voir encadré). «Un système clairement défini et reproductible peut aider à comprendre les mécanismes qui régissent la dynamique structurelle et les propriétés fonctionnelles de ces communautés», explique Tlili. Son groupe de recherche utilise actuellement ce périphyton synthétique pour étudier comment différents types et tailles de particules de plastique peuvent avoir un impact sur la communauté à différents stades de croissance. «Si d'autres groupes de recherche utilisent également notre périphyton synthétique à l'avenir, les résultats des différentes expériences seront plus facilement comparables», ajoute Tlili.

Le périphyton standardisé

Le mucilage collant que l'on rencontre à la surface des pierres dans le lit d'un ruisseau ou d'une rivière abrite une diversité impressionnante de minuscules créatures qui forment une communauté très complexe dans un espace très restreint.

Tout comme une forêt passe par plusieurs stades de développement, dans lesquels les plantes pionnières dominent d'abord, mais sont ensuite remplacées par différentes espèces d'arbres, la formation du périphyton peut également être divisée en une succession de plusieurs phases, comme le soulignent Tlili et ses collègues.

Afin d'obtenir un périphyton reproductible et standardisé, la surface est d'abord colonisée par une bactérie (de l'espèce *Sphingomonas elodea*). La bactérie produit un mélange de substances qui confèrent aux biofilms leur aspect glaireux et collant. Ces substances forment la matrice extracellulaire du biofilm dans laquelle tous les autres petits organismes peuvent ensuite prendre leurs quartiers. Dans un deuxième temps, l'équipe de Tlili a réparti les autres micro-organismes en trois groupes, qu'elle a ajoutés successivement à quelques jours d'intervalle.

Le premier groupe comprend les diatomées pionnières, suivi d'un deuxième groupe avec les diatomées colonisatrices tardives qui définissent et consolident la structure tridimensionnelle du biofilm, et enfin le troisième groupe qui contient les algues bleues et vertes. Ce n'est qu'alors – après trente jours de colonisation – que le périphyton synthétique atteint sa maturité. «À ce stade, nous avons constaté qu'en suivant ces étapes, nous obtenions la même composition de la communauté et les mêmes abondances relatives des espèces dans plusieurs expériences indépendantes», explique Tlili.

Photo de couverture: Gros plan sur le périphyton contenant des particules de plastique (Photo : Stephanie Merbt, Eawag)

Publications

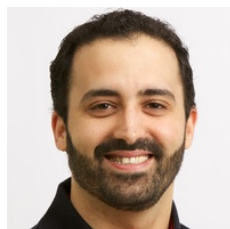
Holzer, M.; Mitrano, D. M.; Carles, L.; Wagner, B.; Tlili, A. (2022) Important ecological processes are affected by the accumulation and trophic transfer of nanoplastics in a freshwater periphyton-grazer food chain, *Environmental Science: Nano*, 9, 2990-3003, doi: [10.1039/D2EN00101B](https://doi.org/10.1039/D2EN00101B), [Institutional Repository](#)

Lamprecht, O.; Wagner, B.; Derlon, N.; Tlili, A. (2022) Synthetic periphyton as a model system to understand species dynamics in complex microbial freshwater communities, *npj Biofilms and Microbiomes*, 8, 61 (14 pp.), doi:[10.1038/s41522-022-00322-y](https://doi.org/10.1038/s41522-022-00322-y), [Institutional Repository](#)

Financement / Coopération

Eawag ETH Zürich Fonds national suisse

Contact



Ahmed Tlili

Chef de Groupe

Tel.

ahmed.tlili@eawag.ch



Annette Ryser

Rédactrice scientifique

Tel. +41 58 765 6711

annette.ryser@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/comment-les-nanoplastiques-passent-dans-le-reseau-trophique-aquatique>