



Des signatures biochimiques pour prédire comment la pollution chimique menace la biodiversité

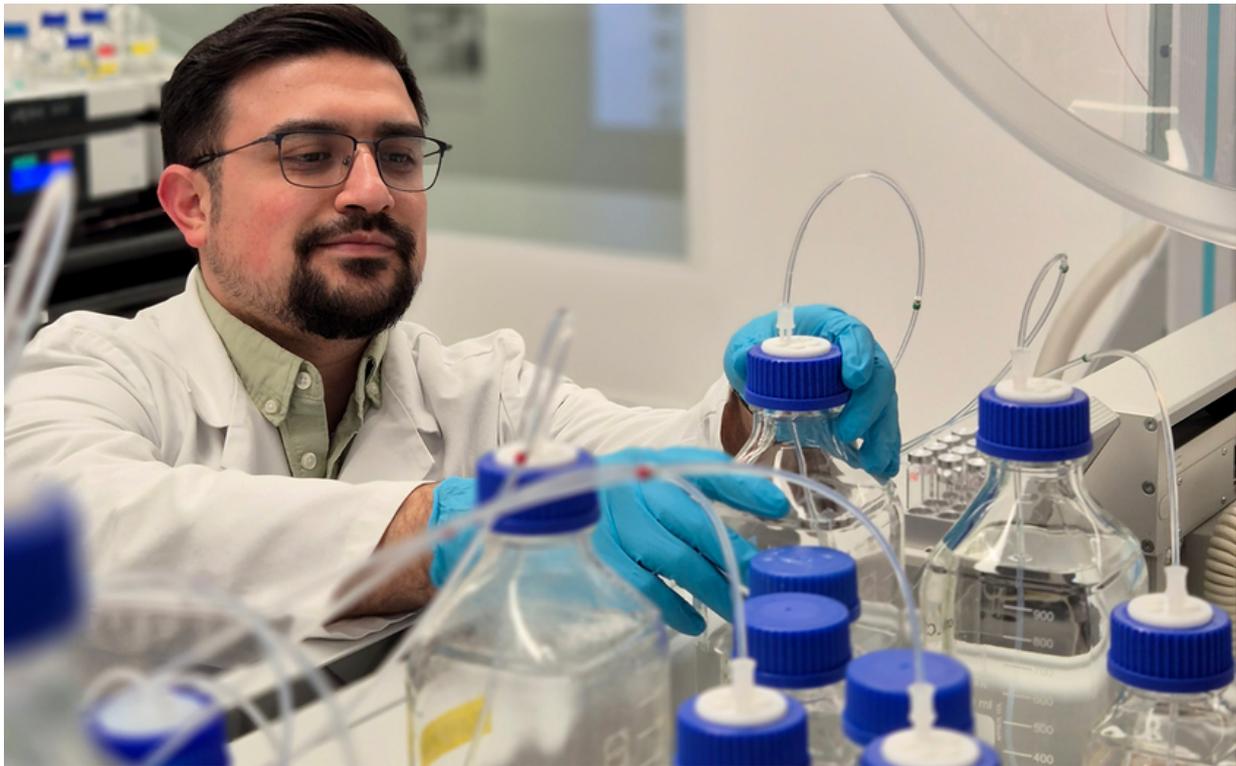
13 février 2025 | Klara Soukup

Catégories: Biodiversité | Polluants

Chaque année, des dizaines de milliers de produits chimiques sont mis sur le marché et entrent dans l'environnement. Bien que la plupart de ces composés subissent des tests de sécurité avant d'être approuvés, leurs effets à long terme sur la faune restent difficiles à prédire. Pour mieux estimer leur menace potentielle pour les écosystèmes, des scientifiques de l'Eawag ont exploré des signatures biochimiques qui indiquent le niveau de stress chimique subi par les poissons.

Entre 40 000 et 60 000 substances chimiques sont estimées circuler de manière régulière dans le monde. Avec l'expansion continue de l'industrie, d'énormes quantités de produits pharmaceutiques, de détergents, de pesticides et d'autres composés atteignent les écosystèmes chaque année. Cela concerne notamment la Suisse, l'un des cinq principaux pays exportateurs de produits chimiques au monde. Évaluer l'impact environnemental d'un composé avant son approbation sur le marché est essentiel. Pourtant, jusqu'à présent, prévoir les effets à long terme de la pollution chimique sur l'environnement, en particulier quelles espèces sont les plus vulnérables à l'exposition, a été un défi.

Dans une étude publiée récemment dans *Environmental International*, des scientifiques de l'Eawag ont adopté une nouvelle approche pour améliorer ces prévisions. L'équipe a examiné comment différentes espèces de poissons traitent et éliminent naturellement les produits chimiques - une capacité qui pourrait indiquer quelles espèces sont les plus susceptibles de survivre dans des environnements pollués.



Marco Franco, premier auteur de l'étude, en train d'analyser les polluants après des études de biotransformation sur différentes espèces de poissons (Photo : K. Olajide, Eawag).

Biotransformation et biodiversité

« Nous avons étudié la biotransformation, un processus utilisé par les organismes pour convertir les composés chimiques en produits qui peuvent être excrétés », explique Marco Franco, toxicologue environnemental et premier auteur de l'étude. En collaboration avec des collègues des départements d'écologie des poissons et de chimie environnementale de l'Eawag, il s'est concentré sur les écosystèmes aquatiques, qui deviennent souvent des réservoirs de polluants environnementaux. L'équipe a étudié cinq espèces de poissons provenant de différents endroits le long du cours d'eau de l'Aar en Suisse. « Au lieu d'utiliser les méthodologies traditionnelles en recherche de conservation, nous avons exploré si les processus cellulaires communs pourraient indiquer si une espèce est plus ou moins sensible à la pollution », note Franco à propos de l'approche peu conventionnelle des scientifiques.

Les cinq espèces, sélectionnées comme représentantes typiques de ces communautés aquatiques régionales, partageaient la même machinerie moléculaire pour transformer les produits chimiques. Cependant, en analysant leur efficacité à l'utiliser, les chercheuses et chercheurs ont découvert des variations substantielles. À leur grande surprise initiale, l'espèce présentant la plus forte activité, et donc la plus résiliente, était le crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*) - un poisson invasif dans les rivières suisses. « C'était inattendu, mais cela a du sens », déclare Franco. « Les espèces invasives doivent survivre dans un habitat inconnu et déjà peuplé, donc être meilleures pour faire face aux composés potentiellement toxiques leur donne un avantage. »

L'exposition chimique met en danger les espèces à faible capacité de biotransformation

Les scientifiques ont détecté des différences encore plus frappantes en fonction des régions où les poissons ont été échantillonnés. Les individus provenant de zones agricoles ou industrielles, où les niveaux de pollution sont plus élevés, présentaient une activité de traitement chimique deux à onze fois supérieure à celle des zones moins perturbées.

« Cela suggère que l'exposition aux polluants peut augmenter l'activité de biotransformation des animaux. Cela signifie également que ceux ayant une activité naturellement faible subissent un stress plus important, car les produits chimiques s'accumulent davantage et les animaux doivent investir plus d'énergie pour les gérer. Cela les rend plus vulnérables à d'autres menaces », explique Franco. Dans les écosystèmes composés de nombreuses espèces différentes, ces populations plus sensibles courent un risque plus élevé de déclin. Les identifier tôt aide à concevoir des stratégies de protection adaptées.

Implications pour l'autorisation de mise sur le marché des produits chimiques

Au-delà de la conservation de la biodiversité, les résultats de l'étude ouvrent également des opportunités pour améliorer l'évaluation des risques des nouveaux produits chimiques lors du processus d'autorisation de mise sur le marché. Les considérations de sécurité actuelles reposent fortement sur des données provenant d'animaux de laboratoire, appelés espèces « modèles », qui pourraient ne pas refléter avec précision la sensibilité de la faune sauvage. « La question clé est de savoir si les animaux et les plantes que nous cherchons à protéger dans la nature sont réellement plus ou moins sensibles à un composé chimique que de telles espèces modèles », insiste Franco.

L'approche qu'il a utilisée offre une solution prometteuse. « Notre approche lie les données biochimiques aux prédictions à l'échelle de l'écosystème. Cela signifie qu'en mesurant l'activité de biotransformation d'une espèce sauvage et en la comparant aux données des modèles, nous pouvons déterminer si un produit chimique est réellement plus ou moins nocif pour les animaux dans leur environnement naturel. » Cela permettra d'intégrer des informations écologiques réelles dans les décisions réglementaires.

Réduction des tests sur les animaux dans la recherche environnementale

La méthode sous-jacente à cette étude réduit également le besoin de tests sur les animaux dans la recherche environnementale. Au lieu d'études à grande échelle suivant de nombreux animaux au fil du temps, l'approche des signatures biochimiques utilise des données provenant de quelques individus pour évaluer la sensibilité des espèces à la pollution chimique. Cela est possible car les analyses se concentrent sur des marqueurs au niveau cellulaire, permettant aux scientifiques d'extraire des données significatives à partir de petits échantillons plutôt que de compter sur de grandes études de population.

Les scientifiques soulignent néanmoins que la validation sur le terrain est essentielle. « En fin de compte, nous devons surveiller les écosystèmes au fil du temps pour confirmer nos prédictions et voir comment les populations d'espèces évoluent dans un écosystème donné », conclut Franco. Néanmoins, son équipe est convaincue que leur approche peut être largement appliquée dans différentes zones géographiques pour mieux évaluer les menaces chimiques pour la biodiversité.

Biotransformation – une machinerie cellulaire pour éliminer des produits chimiques

La biotransformation est un processus par lequel les êtres vivants, comme les poissons, décomposent des substances potentiellement nocives en produits pouvant être excrétés de l'organisme. Cela se produit principalement dans les cellules du foie, des branchies et du tractus gastro-intestinal, et implique une chaîne de réactions biochimiques. Dans les réactions dites de « phase I », des molécules spécialisées appelées enzymes modifient le produit chimique en ajoutant des groupes réactifs qui le rendent plus soluble dans l'eau et donc plus facile à gérer pour l'organisme. Les réactions de phase II attachent ensuite de plus grandes molécules à la substance modifiée, la préparant pour l'élimination de l'organisme.

Ce processus fait partie intégrante du « défensome chimique » d'un organisme - un ensemble de mécanismes biologiques pour détecter, neutraliser et éliminer les substances nocives et protéger l'organisme des effets toxiques.

Photo de couverture: Le barbeau commun (*Barbus barbus*) et le chevesne (*Squalius cephalus*) ont été évalués dans l'étude en tant qu'espèces représentatives des communautés de poissons dans les rivières suisses (Photo : Eawag, M. Franco).

Publication originale

Franco, M. E.; Hollender, J.; Schirmer, K. (2025) Differential biotransformation ability may alter fish biodiversity in polluted waters, *Environment International*, 195, 109254 (9 pp.), [doi:10.1016/j.envint.2025.109254](https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109254), [Institutional Repository](#)

Contact



Marco Franco

Scientist

Tel. +41 58 765 5550

marco.franco@eawag.ch



Kristin Schirmer

Chef d'équipe et chef de département adjoint

Tel. +41 58 765 5266

kristin.schirmer@eawag.ch



Andri Bryner

Responsable médias

Tel. +41 58 765 5104

andri.bryner@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/detail/des-signatures-biochimiques-pour-predire-comment-la-pollution-chimique-menace-la-biodiversite>