



La biodégradation des produits anti-moustiques n'est que partiellement élucidée

22 août 2024 | Cornelia Zogg

Catégories: Eaux usées | Eau potable | Biodiversité | Écosystèmes | Polluants

Les micro-organismes présents dans les biofilms des rivières peuvent dégrader les substances nocives. Certains sont également capables de dégrader les biocides, notamment le diéthyltoluamide (DEET), un insectifuge - c'est du moins ce que l'on suppose. Des chercheurs de l'Institut de recherche sur l'eau Eawag ont découvert que le DEET est mieux dégradé lorsque la proportion d'eaux usées épurées est élevée dans le cours d'eau. Ils en attribuent la responsabilité à des enzymes spécifiques qui se trouvent surtout là où les stations d'épuration renvoient l'eau dans le cours d'eau. Mais ils n'ont pu identifier clairement ces enzymes que de manière rudimentaire.

Lorsque les eaux usées sont renvoyées dans la rivière depuis la station d'épuration, le travail d'épuration est loin d'être terminé. Les micro-organismes présents dans l'eau décomposent les substances étrangères et les impuretés restantes dans l'eau. L'un des biocides considérés comme biodégradables est le diéthyltoluamide (DEET). Il est présent dans les produits anti-moustiques et fait partie des produits chimiques organiques les plus fréquemment mesurés dans les eaux de surface, y compris en Suisse. Mais jusqu'à présent, on sait peu de choses sur les conditions dans lesquelles le DEET se dégrade. Le fait qu'il soit détecté dans presque tous les cours d'eau de Suisse sur de longues périodes indique également qu'il n'est pas aussi biodégradable qu'on le pense (voir l'encadré « DEET »).



Lieu de prélèvement sur le terrain Altstätten (Photo: Niklas Ferenc Trottmann).

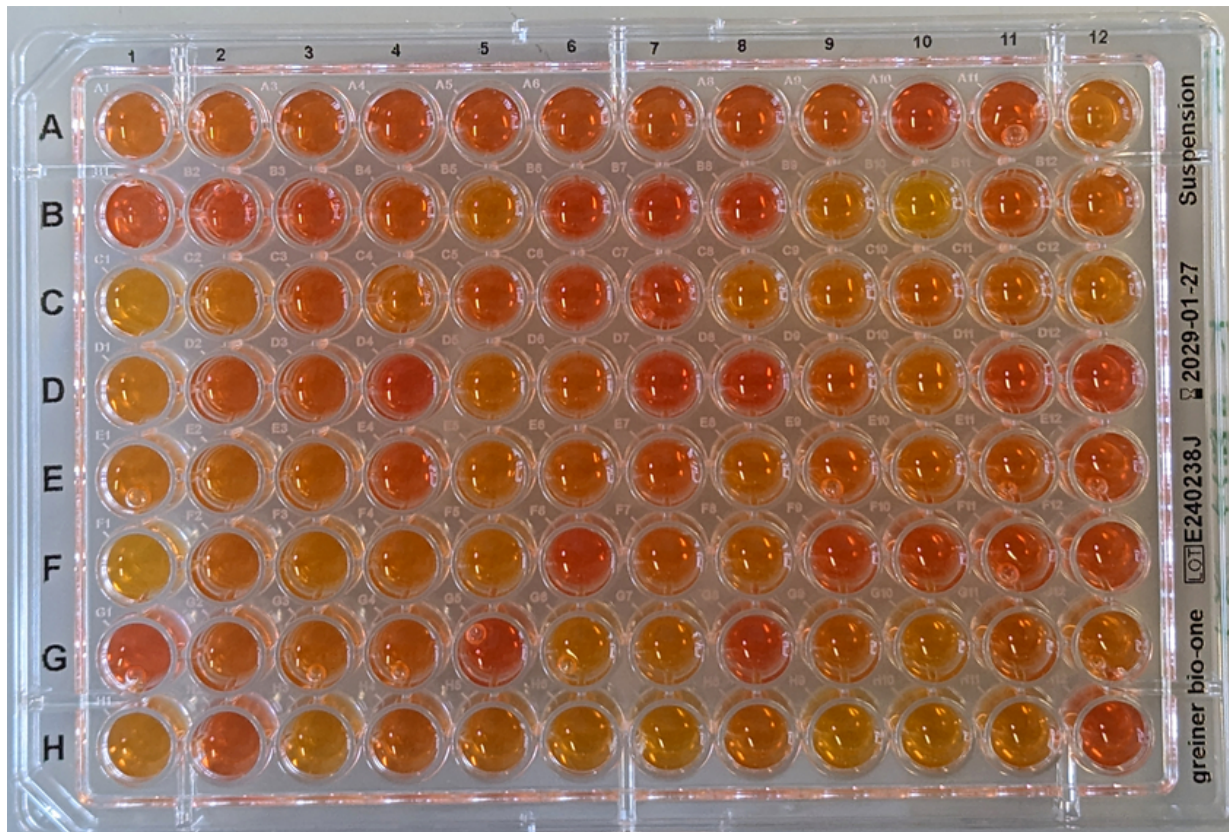
Haute teneur en eaux usées = meilleure dégradation

Dans le sillage du projet EcoImpact 2, des chercheurs des départements Microbiologie de l'environnement et Chimie de l'environnement de l'Eawag, sous la direction de Serina Robinson et Kathrin Fenner, viennent de découvrir que les biofilms présents dans les eaux contenant une proportion plus élevée d'eaux usées provenant de stations d'épuration sont plus à même de dégrader le DEET (Desiante et al. 2022). Au lieu de se contenter de ce résultat, l'équipe de Serina Robinson, microbiologiste à l'Eawag, et de Yaochun Yu, premier auteur de l'étude, est allée au fond des choses. Ils voulaient trouver les enzymes responsables de la dégradation du DEET. Pour cela, les chercheurs ont séquencé l'ADN environnemental des eaux usées de l'installation expérimentale de l'Eawag et sont tombés sur des milliers d'enzymes qui participent particulièrement activement aux processus de biotransformation. Mais la corrélation « forte proportion d'eaux usées = plus d'enzymes de dégradation = meilleure dégradation du DEET » ne dit pas lesquelles des nombreuses enzymes font le travail.

Les vrais décomposeurs pas encore trouvés

Les chercheurs ont produit eux-mêmes en laboratoire 65 des milliers d'enzymes découvertes dans les échantillons, afin de les étudier une à une et de déterminer ainsi si elles étaient capables de transformer le DEET. Comme enzyme de contrôle, ils ont utilisé une enzyme confirmée par des études antérieures et capable de décomposer le biocide. Les chercheurs sont partis du principe que des enzymes similaires pouvaient également dégrader le DEET. « Cependant, à notre grande surprise, ce n'était pas le cas. Les enzymes similaires découvertes dans les échantillons étaient actives dans d'autres fonctions, mais aucune ne pouvait transformer le DEET », a déclaré Robinson. La découverte que même des enzymes qui se ressemblent remplissent des fonctions différentes est passionnante pour les chercheurs. « Cela montre que la vérification d'hypothèses par des expériences peut être décisive »,

explique Robinson. « C'est là où les hypothèses se révèlent fausses que nous apprenons ».



Exemple de test d'activité enzymatique. La couleur jaune indique les hydrolases qui clivent les liaisons carbone-fluor (dans un test avec des substrats fluorés) (Photo: Silke Probst).

C'est là où les hypothèses se révèlent fausses que nous apprenons

Une base de données pour l'avenir

Malgré la collaboration entre les deux départements de microbiologie et de chimie environnementales de l'Eawag, les processus biochimiques dans nos eaux ne sont donc pas encore compris à cent pour cent dans le cas du DEET. Grâce à une analyse et à un séquençage plus détaillés des biofilms, il pourrait être possible à l'avenir de prédire quelles substances sont dégradées dans l'eau et dans quelle mesure, en fonction de la composition et de la nature des microorganismes. Les chercheurs ont mené ce projet exclusivement en laboratoire. Une étude de suivi déjà en cours analyse maintenant directement sur le terrain le rapport entre le DEET et sa dégradation dans les eaux avec des affluents provenant de stations d'épuration. Elle fait partie d'un projet du Fonds national suisse (FNS) et de la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mené par Kathrin Fenner, chercheuse à l'Eawag, et Michael Zimmermann, du European Molecular Biology Laboratory (EMBL).

En outre, l'équipe de Robinson étend le séquençage et l'analyse à d'autres polluants - par exemple les composés fluorés. L'objectif est de créer une base de données aussi détaillée que possible sur les micro-organismes et leur rôle dans l'environnement. « Si la politique établit des directives pour les biocides, il vaut la peine de savoir ce que les organismes dans

l'environnement font - ou sont capables de faire - avec ces produits », explique Robinson. Cela peut aider la politique, les services spécialisés ou les associations environnementales à prendre des mesures durables pour lutter contre les polluants dans les cours d'eau.

Encadré DEET

Le biocide diéthyltoluamide (DEET) est utilisé dans le monde entier dans les produits anti-moustiques et se retrouve dans l'environnement. Il fait partie des produits chimiques organiques les plus fréquemment mesurés dans les eaux de surface et peut être détecté tout au long de l'année. Jusqu'à présent, on sait encore peu de choses sur les risques pour l'homme et l'environnement. Une étude menée avec Heinz Singer, chercheur à l'Eawag, a résumé la présence, le devenir et la dynamique des émissions de DEET en Suisse. Les conclusions de Singer : Le produit anti-moustiques utilisé principalement pendant la saison chaude ne peut pas être le seul responsable de la forte concentration dans l'environnement, et le taux de dégradation du DEET dans l'environnement n'est probablement pas aussi élevé que ce que l'on peut attendre de la [littérature](#). (en anglais)

Photo de couverture: La plupart des produits anti-moustiques contiennent la substance active DEET (Photo : F.A.Z. Kaufkompass).

Publication originale

Yu, Y.; Trottmann, N. F.; Schärer, M. R.; Fenner, K.; Robinson, S. L. (2024) Substrate promiscuity of xenobiotic-transforming hydrolases from stream biofilms impacted by treated wastewater, *Water Research*, 256, 121593 (9 pp.), [doi:10.1016/j.watres.2024.121593](https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121593), [Institutional Repository](#)

[EcolImpact](#)

Contact



Serina Robinson

Tel. +41 58 765 6423

serina.robinson@eawag.ch



Cornelia Zogg

Science Editor

Tel. +41 58 765 5763

cornelia.zogg@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/detail/la-biodegradation-des-produits-anti-moustiques-nest-que-partiellement-elucidee>