



centre ecotox news

29. édition novembre 2024

Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée



Qualité des sédiments dans
les petits cours d'eau suisses
– application de la nouvelle
stratégie d'évaluation p. 3

Les effets toxiques du produit
d'usure des pneus p. 6

Comment mesurer
les effets positifs de l'extension
des STEP ? p. 8

Campagne d'échantillonnage : une importance primordiale



Dr. Benoît Ferrari,
directeur du Centre Ecotox

Comment se porte l'environnement ? Pas d'acquisition de données essentielles sur l'état de l'environnement sans effort pour récolter des échantillons et ensuite les analyser ! En effet, les campagnes d'échantillonnage sont essentielles pour générer des données qui servent à la recherche, reflètent avec précision les risques écotoxicologiques, soutiennent les cadres réglementaires et guident les efforts de conservation et d'assainissement. Des campagnes bien menées nous permettent de développer et valider des outils d'analyse et des concepts d'évaluation et de mettre en œuvre par les politiques publiques des mesures de gestion durable fondées sur la science pour protéger l'environnement et la santé humaine.

Des nombreuses substances telle que les produits chimiques synthétiques, les produits pharmaceutiques, les produits de soins personnels ou encore les microplastiques et les particules de pneus sont continuellement introduites dans l'environnement. Les campagnes d'échantillonnage sont cruciales pour détecter et comprendre l'impact de ces contaminants. Elles sont également cruciales pour établir des listes prioritaires de suivi, identifier les sources de contamination et déterminer les zones nécessitant une intervention réglementaire urgente ou des mesures

correctives. Les contaminants émergents ne sont souvent pas encore réglementés. La collecte de données à un stade précoce et l'évaluation écotoxicologique qui s'en suit constituent toutefois une base pour l'élaboration de futures lignes directrices et de pratiques de gestion des risques. Le Centre Ecotox a développé une approche d'évaluation de la qualité des sédiments qui s'appuie fortement sur un échantillonnage cohérent et qui a été validée dans 18 petites rivières en Suisse. Lisez la suite à partir de la page 3. Le suivi de l'efficacité de la mise à niveau des stations d'épuration des eaux usées (p. 8) et notre proposition de concept de surveillance des sols agricoles (p. 10) dépendent également dans une large mesure d'un échantillonnage régulier et cohérent.

L'exposition aux contaminants peut varier considérablement d'un écosystème à l'autre en raison de facteurs environnementaux différents. L'échantillonnage dans une gamme de conditions différentes permet de saisir cette variabilité et d'obtenir une représentation plus précise des risques d'exposition. Une connaissance plus précise de cette variabilité est également utile pour calibrer des seuils d'effet écotoxicologique, permettant ainsi de diminuer l'incertitude pour discriminer entre une réponse biologique impactée par les contaminants et celle liée à l'habitat lui-même. Cela permet de mieux comprendre comment la pollution affecte

les différents écosystèmes, des rivières, lacs et zones humides aux sols agricoles et paysages urbains. Les suivis temporels permettent par la suite de préciser les tendances d'évolution et donc d'orienter les décisions de gestion.

Bonne lecture !

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'B. Ferrari', with a long horizontal stroke extending to the right.

Titre : La qualité des sédiments joue un rôle important pour la qualité des eaux. Le Centre Ecotox a donc évalué la qualité des sédiments dans 18 ruisseaux de Suisse en appliquant pour la première fois la stratégie d'évaluation qu'il a développée (photo : Centre Ecotox).

Qualité des sédiments dans les petits cours d'eau suisses – application de la nouvelle stratégie d'évaluation

Le Centre Ecotox a évalué la qualité des sédiments dans 18 petits cours d'eau suisses sur la base de 20 substances prioritaires. Dans chaque ruisseau, au moins un contaminant était détecté à une concentration supérieure au critère de qualité du sédiment. C'était la première fois que la nouvelle stratégie d'évaluation était utilisée à grande échelle.

Les sédiments du fond des rivières ne servent pas seulement d'habitat à une faune variée mais accumulent aussi des polluants qui peuvent lui porter atteinte de façon plus ou moins directe. En outre, ces polluants peuvent aussi se resolubiliser dans l'eau lorsque les sédiments sont mis en mouvement par des crues ou des travaux de dragage. Lors de l'évaluation de la qualité des eaux, il est donc primordial de tenir également compte de celle du sédiment.

En vue de l'évaluation de la qualité des sédiments en Suisse, le Centre Ecotox a mis au point une stratégie qui a été intégrée dans la collection de méthodes du Système modulaire gradué en 2022 sous la forme d'un rapport d'experts. Les scientifiques impliqués ont récemment publié les résultats d'études effectuées en 2018 dans 18 petits cours d'eau suisses pour valider leur méthode.

Des sites variés aux caractéristiques différentes

Les chercheuses et chercheurs avaient tout d'abord sélectionné 20 substances ou groupes de substances prioritaires à mesurer dans tous les campagnes. « Nous avons établi cette liste sur la base de critères de dangerosité, d'exposition et de risque », explique Carmen Casado-Martinez, qui dirige le projet. La liste comporte ainsi des polluants historiquement surveillés comme les métaux, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les polychlorobiphényles (PCB) mais également d'autres contaminants comme les polybromodiphényléthers (PBDE), les phtalates, les pesticides, les hormones ou encore les substances per et polyfluoroalkylées (PFAS) (voir Tableau). « Dans le cas de ces composés, nous ne savons souvent pas à quelles concentrations ils sont présents dans nos sédiments, avoue Carmen Casado-Martinez. Des campagnes d'étude sont

encore nécessaires pour évaluer l'étendue des contaminations. »

Les scientifiques ont étudié les sédiments de 18 petits cours d'eau figurant tous dans la liste des sites sélectionnés pour la campagne 2018 d'analyse de l'état écologique des ruisseaux de NAWA SPEZ et couvrant différentes configurations d'influence anthropique : le bassin versant était peu exploité sur deux sites (> 90 % de forêt), exploité pour l'agriculture sur cinq sites et occupé à la fois par les terres agricoles et les zones urbaines sur onze sites. Aucun des bassins versants ne comportait de station d'épuration.

Dépassement du critère de qualité pour au moins un contaminant par site

Dans l'ensemble, la qualité du sédiment des ruisseaux était bien meilleure dans les bassins versants exploités de manière extensive que dans ceux présentant une forte sollicitation agricole et urbaine. « Nous avons détecté un nombre variable de polluants selon les sites, indique Carmen Casado-Martinez. Mais tous les ruisseaux avaient une chose en commun : ils présentaient un dépassement du critère de qualité du sédiment pour au moins un des contaminants recherchés. »

Dans le cadre du développement de la stratégie d'évaluation, les écotoxicologues avaient déterminé des critères de qualité du sédiment (CQS) pour toutes les subs-

tances prioritaires sur la base des données de toxicité. Ces CQS indiquent la concentration à partir de laquelle des effets dommageables ne peuvent plus être exclus. Si la concentration d'une substance mesurée dans les analyses chimiques dépasse son CQS, un risque existe donc pour les organismes vivants. Certains CQS sont considérés comme provisoires car les données de toxicité disponibles pour le sédiment étaient peu nombreuses pour la substance concernée, si bien que l'évaluation du risque est assortie d'une incertitude élevée.

Dépassements fréquents pour les PCB, les hormones, les métaux et les HAP

Les dépassements les plus fréquents étaient observés pour les PCB et les œstrogènes. Le CQS était dépassé sur 65 % des sites pour au moins un PCB indicateur. Pour les hormones, les données de mesure restent trop rares pour le sédiment. Les deux œstrogènes naturels que sont l'estrone (E1) et l'estradiol (E2) ont été respectivement détectés sur 18 et huit sites. Le 17 α -éthinyloestradiol (EE2), œstrogène synthétique particulièrement puissant, n'a quant à lui jamais été mis en évidence. Étant donné que les CQS des trois hormones sont inférieurs aux limites de quantification, ils sont dépassés dès qu'un œstrogène est détecté. « Les CQS déterminés pour ces deux groupes de substances ne sont toutefois que provisoires et devront être révisés dès que nous aurons davantage de données », admet Carmen Casado-Martinez.



Les sédiments du Zapfenbach (SG) ont également été analysés.



Avant de poursuivre l'analyse, les sédiments doivent d'abord être tamisés à la granulométrie souhaitée.

Parmi les substances disposant d'un CQS définitif, les **métaux** cuivre et zinc et les **HAP** étaient les plus préoccupants : des concentrations de cuivre et de zinc supérieures aux CQS ont été mesurées sur cinq sites chacun. En revanche, aucun dépassement n'a été constaté pour le mercure et le plomb, dont l'utilisation est fortement réglementée depuis des années. Les CQS des HAP ont été dépassés dans près de 35 % des ruisseaux étudiés.

Les phtalates, des polluants répandus dans les petits cours d'eau

Les **phtalates**, qui sont ajoutés aux plastiques pour les assouplir et donc présents dans beaucoup de produits courants, ont été détectés dans tous les sites d'étude. La stratégie d'évaluation propose de rechercher le DEHP comme indicateur de la contamination par les phtalates car ce composé en est le représentant le plus fréquent. Les phtalates ne sont toutefois pas très toxiques pour les organismes sédimentaires, si bien que le CQS n'a été dépassé dans aucun des ruisseaux de l'étude. D'autres phtalates, utilisés comme alternatives au DEHP après son interdiction, ont été ciblés dans cette étude et les concentrations mesurées étaient similaires. Dans l'évaluation du risque, les phtalates doivent donc être pris en compte en tant que groupe afin de ne pas négliger le risque cumulé.

On dispose aujourd'hui de très peu de données sur la contamination des sédiments suisses par les **antibiotiques**. Face à ce

constat, plusieurs antibiotiques ont été recherchés, dont la ciprofloxacine qui a été détectée sur dix sites. Malgré les concentrations assez élevées mesurées dans trois ruisseaux, le CQS provisoire, qui tient également compte de la résistance aux antibiotiques dans le milieu aquatique, n'a jamais été dépassé.

Les **PFAS** sont une famille chimique qui regroupe un très grand nombre de substances utilisées pour une multitude d'applications dans l'industrie et la vie quotidienne. La contamination par les PFAS est particulièrement importante à proximité, entre autres, des aéroports et des zones d'entraînement à la lutte contre les incendies. C'est là que les analyses ont révélé des teneurs particulièrement fortes dans les sédiments prélevés en milieu urbain. Toutefois, le CQS déterminé pour le PFOS, proposé comme indicateur de contamination par les PFAS, n'a été dépassé à aucun endroit. Il ne semble donc pas exister de site critique d'émission de PFAS à proximité des cours d'eau étudiés, les contaminations étant très probablement de source diffuse. Ici aussi, il semble pertinent d'appréhender les PFAS en tant que groupe dans la mesure où les composés ne surviennent pas isolément.

Une contamination encore importante par le chlorpyrifos

Les indicateurs utilisés pour évaluer la contamination par les **pesticides** étaient le diuron (un herbicide), le chlorpyrifos et la cyperméthrine (deux insecticides) et le tébuconazole

(un fongicide). La concentration de cyperméthrine était inférieure à la limite de quantification sur tous les sites. Toutefois, étant donné que la limite de quantification était supérieure au CQS, il n'a pas été possible d'évaluer le risque lié à cette substance. Étant donné que la cyperméthrine est très toxique pour les organismes du sédiment, le risque doit impérativement être réévalué dès que les méthodes d'analyse auront la sensibilité suffisante.

Le diuron et le tébuconazole n'ont été détectés que dans un cours d'eau, le canal d'Uvrier, et ce, à des concentrations dépassant les CQS. Le chlorpyrifos a été détecté sur six des 18 sites ; les teneurs étaient si élevées dans quatre d'entre eux qu'elles entraîneraient la mort d'invertébrés lors d'expositions en laboratoire. Étant donné que l'utilisation du chlorpyrifos et du diuron a été entretemps interdite en tant que produits phytosanitaires, il est possible qu'ils soient déjà moins répandus. « En raison de leurs propriétés physico-chimiques, il se peut toutefois que ces contaminants restent dans le sédiment, avertit Carmen Casado-Martinez. Il est donc primordial de continuer à les surveiller jusqu'à ce que leurs concentrations ne présentent plus de risque. »

Sédiment total ou fraction fine ?

« Dans nos analyses, nous n'avons pas uniquement recherché les substances dans le sédiment total (granulométrie < 2 mm), qui est la fraction avec laquelle les CQS ont été déterminés, mais aussi dans la fraction fine (< 63 µm), indique Carmen Casado-Martinez. En effet, beaucoup de services cantonaux considèrent cette fraction dans leurs monitorings. » Dans la plupart des cas, les scientifiques y ont détecté davantage de substances à forte concentration que dans le sédiment total. La fraction fine pourrait donc être mieux adaptée pour quantifier les substances critiques sur le plan analytique comme les produits phytosanitaires. Il est cependant délicat d'extrapoler les concentrations de la fraction fine au sédiment total. Une telle opération peut entraîner une sous ou une surestimation des concentrations, ce qui peut biaiser les résultats de l'évaluation du risque.

Perspectives pour l'évaluation de la qualité des sédiments

« Nos études ont confirmé la pertinence

de la liste des substances sélectionnées pour la surveillance de la qualité des sédiments suisses », analyse Carmen Casado-Martinez. La seule exception était l'HCBD, qui ne semble finalement pas prioritaire en Suisse. La liste de substances doit toutefois être régulièrement revue et, si nécessaire, mise à jour en fonction des données acquises dans les campagnes de surveillance et de l'évolution du cadre réglementaire.

« Il ne faut toutefois pas oublier que les CQS ne sont proposés qu'à titre d'outil de screening, ajoute la chercheuse. La méthode doit toujours être complétée d'approches basées sur les effets comme les bioessais, les études de bioaccumulation ou l'étude des communautés du sédiment, qui affinent la caractérisation des sites où les CQS sont dépassés. Nous travaillons actuellement à l'élaboration d'une méthode qui portera également sur ces études. »

Pour en savoir plus : Casado-Martinez, M. C., Wildi, M., Ferrari, B. J. D., Werner, I., Vaccher, V., Venisseau, A., Daoukro, S. (2024). Évaluation de la qualité des sédiments. Application de la stratégie développée pour la Suisse dans 18 petits cours d'eau. *Aqua & Gas*, 104(7+8), 70–79

Contact : Carmen Casado-Martinez
carmen.casado@centreecotox.ch

| | Chrebsbach | Tobelmüllibach | Ruisseau des Combes | Kanal Burgermoos | Le Combagnou | Eschelisbach | Ruisseau de Collonges | Irence | Le Nant de Crues | Isella | Dorfbach Geuensee | Küntenerbach | Weierbach | Giessen | Canal D'Uvrier | Zapfenbach | Laveggio | Dorfbach Maur |
|----------------------------|------------|----------------|---------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------------|--------|------------------|--------|-------------------|--------------|-----------|---------|----------------|------------|----------|---------------|
| Mercure | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert |
| Plomb | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert |
| Cuivre | Vert | Vert | Vert | Vert | Jaune | Vert | Jaune | Vert | Vert | Jaune | Vert | Vert | Vert | Vert | Orange | Vert | Orange | Vert |
| Zinc | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Orange | Vert | Vert | Orange | Vert | Vert | Jaune | Jaune | Vert | Orange | Vert | Vert |
| HAP | Bleu | Vert | Jaune | Vert | Orange | Vert | Vert | Blanc | Orange | Vert | Vert | Vert | Orange | Vert | Jaune | Vert | Jaune | Bleu |
| Σ5 HAP indicateurs | Bleu | Vert | Orange | Vert | Orange | Vert | Vert | Blanc | Orange | Vert | Vert | Vert | Rouge | Jaune | Orange | Vert | Orange | Bleu |
| DEHP | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Vert | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu |
| Nonylphénols | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Vert | Bleu |
| Octylphénols | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu |
| Tonalide | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu |
| Tébuconazole | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé |
| CQS provisoires | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB | Jaune | Jaune | Vert | Vert | Orange | Vert | Orange | Blanc | Vert | Orange | Rouge | Vert | Orange | Orange | Rouge | Orange | Orange | Vert |
| PCB118 (e.s.) | Vert | Vert | Vert | Vert | Orange | Vert | Orange | Blanc | Vert | Orange | Rouge | Vert | Orange | Orange | Orange | Orange | Orange | Vert |
| Σ6 PBDE indicateurs | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Blanc | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu |
| Σ6 PBDE indicateurs (e.s.) | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Blanc | Vert | Orange | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Orange | Vert | Vert |
| HCBD | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Blanc | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu |
| PFOS | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Vert | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu |
| PFOS (e.s.) | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Vert | Bleu | Vert | Jaune | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert | Bleu |
| Ciprofloxacine | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Vert | Blanc | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu | Bleu |
| Hormones : E1 + E2 + EE2 | Rouge | Orange | Orange | Orange | Orange | Orange | Orange | Orange | Jaune | Orange | Grisé | Orange | Orange | Orange | Orange | Orange | Orange | Orange |
| Diuron | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Orange | Grisé | Grisé |
| Chlorpyrifos | Grisé | Grisé | Grisé | Orange | Grisé | Grisé | Orange | Grisé | Grisé | Grisé | Orange | Grisé | Orange | Grisé | Orange | Orange | Grisé | Grisé |
| Cyperméthrine | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé | Grisé |

Évaluation de la qualité des sédiments dans 18 petits cours d'eau suisses. L'influence des zones urbaines augmente de gauche à droite. Les codes de couleur indiquent le degré de dépassement des CQS et donc la qualité du sédiment. Bleu : très bonne qualité (RQ = concentration mesurée/CQS < 0,1), vert : bonne qualité (0,1 ≤ RQ < 1), jaune : qualité moyenne (1 ≤ RQ < 2), orange : qualité médiocre (2 ≤ RQ < 10), rouge : mauvaise qualité (RQ ≥ 10); teintes grisées : CQS provisoires, gris : qualité non évaluable; blanc : substance non analysée. (e.s.) : CQS pour protéger les prédateurs d'un empoisonnement secondaire.

Les effets toxiques du produit d'usure des pneus

Les particules de pneu renferment des substances potentiellement œstrogéniques, génotoxiques ou antibactériennes qui peuvent être libérées dans l'environnement. Grâce à une méthode innovante, une équipe de recherche a pu cerner les substances contribuant à ces effets.

La circulation automobile s'accompagne inévitablement d'une abrasion des pneus. Cette usure résulte du frottement des pneus sur la chaussée et constitue une source importante d'émission de microplastiques. Les particules produites ne mesurent que quelques micromètres de diamètre et contiennent de la gomme et du noir de carbone, issus des pneus, ainsi que du bitume et des matières minérales provenant du revêtement de la chaussée. Les particules de pneu peuvent déjà avoir un impact biologique du fait de leur petite taille. Mais le plus inquiétant réside dans le fait que la gomme des pneus contient de multiples additifs chimiques qui peuvent être libérés dans l'environnement par le lessivage des particules.

Les impuretés et les produits de transformation jouent aussi un rôle

« Nous en savons particulièrement peu sur les substances organiques, avoue Alan Bergmann du Centre Ecotox. Car elles ne sont pas toujours ajoutées sciemment à la composition : il peut tout aussi bien s'agir d'impuretés apportées avec les ingrédients ou encore de produits de transformation inattendus. » Beaucoup d'additifs sont très réactifs et entrent pour cette raison dans la composition des pneus : c'est par exemple le cas des agents vulcanisants et des antioxydants. Pendant la fabrication et l'utilisation, ils peuvent former des produits de réaction souvent inconnus.

Les composants organiques des pneus et leurs produits de transformation peuvent représenter un risque involontaire pour la faune aquatique. Il a déjà été observé au laboratoire que ces substances pouvaient avoir des effets sur les organismes. De même, certains effets ont été constatés dans l'environnement. Ainsi, une mortalité inexpliquée observée dans une population nord-américaine de saumon coho a pu être attribuée à la 6PPD-quinone, produit d'oxydation d'un ingrédient très courant des

pneus, particulièrement toxique pour certaines espèces de saumon.

Une méthode permet d'identifier les substances responsables

Mais bien souvent, on ignore la nature des substances responsables de tels effets et il est donc difficile de les détecter. Au Centre Ecotox, Alan Bergmann a mis au point une nouvelle méthode qui devrait apporter une solution : en combinant des bioessais avec la chromatographie en couche mince haute performance, il est possible de mettre en relation des effets toxiques spécifiques et des composés bien précis. « Dans cette méthode, nous séparons tout d'abord les substances toxiques des autres et essayons ensuite de les identifier », explique Alan Bergmann. Il a développé et perfectionné la méthode pour les perturbateurs endocriniens, les substances génotoxiques et les composés antibactériens. « On résout ainsi deux problèmes à la fois : la méthode mesure tout d'abord la toxicité d'échantillons complexes ; ensuite, étant donné que nous séparons le mélange en petites fractions, nous pouvons étudier les fractions toxiques de façon ciblée et mettre en évidence les substances responsables. »

L'échantillon est tout d'abord appliqué sur une plaque de chromatographie en couche mince pour être séparé en différentes fractions de quelques substances sous l'effet d'un éluant liquide. Les substances sont entraînées plus ou moins loin sur la plaque en fonction de leur masse et de leur polarité et forment des bandes distinctes. Pour détecter les bandes contenant des composés toxiques, des bioessais sont menés directement sur la plaque. Suivant le test choisi, différents types de toxiques sont mis en évidence. Les fractions concernées peuvent ensuite être analysées pour identifier les substances en cause. « C'est alors beaucoup plus simple car les bandes contiennent beaucoup moins de composés que l'échantillon initial », indique Alan Bergmann. Qui plus est, les bioessais sur plaque de chromatographie en couche mince sont plus sensibles que les bioessais classiques en plaque de microtitration.

Des bioessais pour les effets estrogéniques, génotoxiques et antibactériens

Le Centre Ecotox étudie l'écotoxicité du produit d'usure des pneus dans un projet

financé par un consortium de fabricants de pneumatiques. Pour mieux cerner la toxicité potentielle et identifier les substances pouvant en être responsables, différents bioessais ont été menés avec des particules de pneus : un test avec des levures génétiquement modifiées pour détecter les effets œstrogéniques, un test avec des salmonelles génétiquement modifiées pour détecter la génotoxicité et un test avec des bactéries bioluminescentes pour détecter la toxicité générale à travers l'inhibition de la bioluminescence.

Les substances contenues dans les pneus ont tout d'abord été extraites avec des solvants organiques ou des solutions aqueuses – à savoir un mélange d'eau et de sédiment ou un suc digestif reconstitué. Pour représenter le produit d'abrasion des pneus, des particules de 15 à 300 microns de diamètre ont été prélevées sur la couche extérieure de pneus courants. Dans les essais, le comportement de bandes toxiques inconnues a été comparé à celui de composants toxiques connus des pneus pour obtenir une première indication de l'identité des substances responsables des effets.

Des effets observés avec tous les types de tests

Les substances extraites avec les solvants organiques ont manifesté des effets avec les trois types de bioessais : cela signifie que les pneus contiennent aussi bien des œstrogènes que des produits génotoxiques et des substances à toxicité générale. Toutefois, l'extrait organique contient certainement davantage de substances que celles entraînées dans l'environnement puisque, dans la nature, le seul liquide causant leur lessivage est l'eau. Sur les plaques de chromatographie, seules deux bandes avaient un effet toxique. Un petit nombre de substances était donc probablement responsable de la majeure partie de la toxicité.

Avec les extraits aqueux, les tests détectaient une toxicité générale ou œstrogénique mais aucune génotoxicité. Il est donc possible que, dans l'environnement, la génotoxicité joue un rôle mineur par rapport à la toxicité générale ou aux effets œstrogéniques. Lorsque les particules étaient artificiellement vieillies par thermo-oxydation, leurs effets n'étaient pas modifiés.

Les agents vulcanisants en partie responsables de la toxicité

Pour pouvoir attribuer les effets observés à des substances toxiques connues entrant dans la composition des pneus, 11 d'entre elles ont été soumises aux bioessais : deux avaient un effet œstrogénique, trois étaient génotoxiques et plusieurs inhibaient les bactéries bioluminescentes. Deux agents vulcanisants, la 1,3-diphénylguanidine et le benzothiazole, étaient au moins en partie responsables de la toxicité de certaines bandes. D'autres bandes révélées toxiques n'ont pu être mises en relation avec aucune des substances connues testées.

Sur les 11 composés testés, dix présentaient un effet toxique dans au moins un des trois bioessais. La seule substance sans effet dans les tests était la 6PPD-quinone, pourtant tristement célèbre en raison de sa toxicité envers certains saumons. « Bien que la 6PPD-quinone soit indéniablement toxique, elle n'était pas responsable des effets œstrogéniques, de la génotoxicité ou de l'inhibition des bactéries bioluminescentes observés dans les essais », commente Alan Bergmann.

La méthode inclut aussi les produits de transformation

La 6PPD-quinone est un produit d'oxydation de la 6PPD, un antioxydant souvent utilisé dans les pneus. « Alors que sa structure chimique ne le laissait pas supposer, la 6PPD manifestait un effet œstrogénique dans les bioessais, indique Alan Bergmann. Mais cette toxicité était probablement due à un produit de transformation de la 6PPD. Pendant le test, les substances sont en effet au contact de l'air, ce qui peut provoquer l'oxydation de certaines d'entre elles. » Or, les produits de transformation apparaissant dans le test peuvent également se former dans le milieu naturel. La nouvelle méthode dévoile donc aussi des risques potentiels pouvant jouer un rôle important, comme la capacité de la 6PPD à développer un potentiel œstrogénique à travers ses produits de transformation.

Sur la plaque de chromatographie, l'agent vulcanisant 1,3-diphénylguanidine (DPG) était élué sur la même distance qu'une des fractions génotoxiques des extraits. Il était donc probablement au moins en partie responsable des effets génotoxiques



Les échantillons sont déposés sur la plaque à couche mince où ils sont séparés en fractions plus petites.

observés. Le benzothiazole, un autre agent vulcanisant, et la 6PPD inhibaient la bioluminescence bactérienne dans le test correspondant. Dans le milieu aquatique, cette bactériotoxicité pourrait les rendre dangereux pour le biofilm se développant sur le fond.

« Nous avons pu montrer que les particules de pneu contenaient des substances toxiques pouvant être libérées dans l'environnement, conclut Alan Bergmann. Mais même si des composés connus contribuent aux effets toxiques que nous avons observés, les pneus contiennent encore beaucoup de substances toxiques inconnues. Il est donc important de poursuivre

les recherches. Dans l'ensemble, nous pouvons toutefois déjà mieux comprendre les effets toxiques potentiels des particules de pneu et pouvons mieux les rattacher aux substances qui en sont responsables. »

Pour en savoir plus : Bergmann, A. J., Masset, T., Breider, F., Dufey, W., Schirmer, K., Ferrari, B. J. D., & Vermeirssen, E. L. M. (2024). Estrogenic, genotoxic, and antibacterial effects of chemicals from cryogenically milled tire tread. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 43(9), 1962–1972.

Contact : Alan Bergmann,
alanjames.bergmann@oekotoxzentrum.ch

Comment mesurer les effets positifs de l'extension des STEP ?

Une batterie de bioessais et de biomarqueurs a été mis en place pour évaluer les effets de l'extension prévue de la STEP de Falkenstein sur la qualité des eaux de la Dünner. Il englobe maintenant de nouveaux aspects, dont notamment la qualité d'une communauté du sédiment et l'antibiorésistance. Les mesures effectuées avant l'extension montrent une nette différence entre l'amont et l'aval du point de rejet de la STEP. Les nouveaux traitements devraient la réduire considérablement.

Les résidus de médicaments, de produits d'entretien et de pesticides présents dans les lacs et cours d'eau peuvent affecter la vie aquatique et la qualité des ressources en eau potable à partir de concentrations extrêmement faibles. Pour réduire la contamination du milieu aquatique par ces micropolluants, la Suisse a entrepris d'équiper près de 120 stations d'épuration (STEP) d'une chaîne de traitement complémentaire. Depuis la modification de la loi sur la protection des eaux de 2016, ces STEP sont tenues de prendre des mesures pour débarrasser les eaux usées traitées des micropolluants.

Contrôle de l'efficacité de la STEP de Falkenstein

La STEP de Falkenstein située à Oensingen (canton de Soleure) doit, elle aussi, être entièrement rénovée et équipée d'une nouvelle chaîne de traitement d'ici à 2027. L'élimination des micropolluants y sera assurée par une combinaison de charbon actif en poudre et de filtration membranaire. La STEP traite les eaux usées de dix communes ainsi qu'une grande partie des effluents industriels prétraités des sociétés Bell Schweiz AG et Swiss Quality Paper. Les eaux traitées sont rejetées dans la Dünner, un affluent de l'Aar. Pour contrôler les effets des nouveaux traitements sur la qualité des eaux de la Dünner, cette dernière doit être caractérisée avant et après l'extension de la STEP à partir d'échantillons d'eau et de sédiment prélevés en amont et en aval du point de rejet des effluents. Le Centre Ecotox en a analysé une première série en collaboration avec l'Eawag et la Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse pour définir l'état avant travaux, qui servira de référence.

« Pour obtenir une vision vraiment complète de la situation sur chaque site, nous avons mis en œuvre de nombreuses méthodes, dont certaines n'avaient encore jamais été

appliquées à ce type d'études », explique Cornelia Kienle, qui dirige le projet. Les scientifiques ont ainsi étudié les effets sur les systèmes cellulaires et les organismes dans leur globalité, sur l'expression génique, sur les communautés d'organismes du sédiment, ainsi que sur la présence de bactéries résistantes aux antibiotiques et de gènes de résistance (voir tableau). « La combinaison de méthodes que nous avons choisie couvre des effets à tous les niveaux et convient donc bien au contrôle de l'efficacité de l'extension des STEP, souligne Cornelia Kienle. Nous avons pu constater de nettes différences de qualité des eaux entre l'amont et l'aval du point de rejet des effluents. »

Les bioessais indiquent une bonne qualité de l'eau

Selon les résultats d'un biotest réalisé avec une lignée de cellules humaines, **l'activité estrogénique** était relativement faible dans l'effluent de la STEP et dans la Dünner et aucune différence n'était observable entre l'amont et l'aval du point de rejet. La valeur limite écotoxicologique en dessous de laquelle aucun effet négatif n'est susceptible de se produire chez les organismes n'a jamais été dépassée, si bien que, pour ce paramètre, la qualité de l'eau peut être qualifiée de bonne sur les deux sites. Le **test combiné sur algues vertes** indiquait même une très bonne qualité en amont du point de rejet en ce qui concerne l'inhibition de la photosynthèse et l'inhibition de croissance. Une légère dégradation était observée en aval des rejets même si la qualité de l'eau restait « bonne ». Dans le test de reproduction avec les daphnies ou **puces d'eau**, la croissance de la population était significativement réduite dans tous les échantillons. Toutefois, la valeur critique de 30 % d'inhibition de croissance n'était jamais dépassée, ce qui indique que la toxicité pour les puces d'eau était faible. Les tests avec les **cellules de poisson** ne montraient pas non plus de toxicité aiguë pour les cellules branchiales de la lignée étudiée.

Effets de la STEP sur l'expression génique, les communautés et l'antibiorésistance

Les **biomarqueurs** mesurés dans les **lignées de cellules de truite-arc-en-ciel** ont révélé d'importantes différences d'expression génique entre les sites. Ainsi, des



Karin Beck et Helmut Bürgmann prélèvent des échantillons d'eau dans la Dünner.

différences significatives étaient observées dans l'expression de gènes impliqués dans la biotransformation, le stress, la régulation du cycle cellulaire et la réponse immunitaire entre les effluents de la STEP et la Dünner en aval de leur point de rejet d'une part et le site localisé en amont d'autre part. Chez les **gammare**, l'expression génique se modifiait également dans la rivière entre l'amont et l'aval du point de rejet.

La **composition en espèces** de la communauté de vers **oligochètes** du sédiment de la Dünner se modifiait également très fortement sous l'effet des rejets de la STEP. La méthode d'évaluation des sédiments grossiers par l'analyse de la communauté d'oligochètes permet non seulement de déterminer le degré de pollution chimique mais aussi d'apprécier la qualité des échanges entre l'écoulement de surface et la nappe souterraine et, par là même, la fonctionnalité du cours d'eau. Grâce à cette méthode, le Centre Ecotox a déjà été en mesure de montrer l'effet des stations d'épuration sur la qualité du sédiment à plusieurs endroits.

De même **l'antibiorésistance**, c'est-à-dire la quantité de bactéries résistantes aux antibiotiques et de gènes d'antibiorésistance, se modifiait sous l'effet des rejets de la STEP. Les gènes de résistance et les bactéries résistantes étaient en effet plus nombreux en aval. La communauté bactérienne de la Dünner était fortement modifiée par l'arrivée des bactéries issues des eaux usées.

Comparaison avec les résultats des analyses chimiques

« Les **analyses chimiques** effectuées par le canton de Soleure ont permis de calculer le risque lié au mélange de polluants détectés. Les résultats montrent que ce risque augmente en aval du point de rejet de la STEP pour tous les groupes d'organismes – à savoir les plantes, les invertébrés et les vertébrés –, indique Cornelia Kienle. Nous nous attendions donc à des effets de la STEP et nos méthodes ont permis de les détecter : le test combiné sur algues vertes a indiqué un effet sur les végétaux ; les modifications de l'expression génique ont révélé des effets sur les vertébrés et les invertébrés et l'augmentation de l'antibiorésistance en aval de la STEP a révélé la présence de résidus d'antibiotiques. Ce point a été confirmé par

les analyses chimiques : les substances ayant la plus forte contribution au risque total étaient les antibiotiques azithromycine et clarithromycine ainsi que l'antalgique diclofénac. »

Une réduction de la pollution attendue suite à l'extension de la STEP

Il est prévu de remesurer la qualité de la Dünner avec les mêmes méthodes en 2028 ou 2029 pour évaluer les effets de l'extension de la STEP. « Les méthodes employées nous ont permis d'apprécier la qualité des effluents de la STEP de Falkenstein ainsi que de l'eau et des sédiments de la Dünner sous toutes ses facettes avant la mise en place des nouveaux traitements d'épuration », commente Cornelia Kienle. Dans l'ensemble, les méthodes, dont certaines étaient employées pour la première fois dans ce type d'études, étaient bien adaptées à l'évaluation de l'état de la rivière.

« Selon nos attentes, les effets toxiques devraient être beaucoup plus faibles après l'extension de la STEP dans les effluents d'épuration et en aval de leur point de rejet, indique Cornelia Kienle. Après les travaux, la filtration membranaire devrait largement endiguer l'émission de bactéries et donc de facteurs d'antibiorésistance dans la rivière. De même, la contamination par les micropolluants devrait fortement baisser, et avec elle les effets mesurés. » Dans l'ensemble, l'extension de la STEP devrait donc nettement réduire la pollution.

Plus d'informations dans le rapport du projet sur www.centreecotox.ch/news-publications/rapports

Contact : Cornelia Kienle
cornelia.kienle@oekotoxzentrum.ch

Méthodes employées pour évaluer l'efficacité de l'épuration dans la Dünner

| Effet/système | Mode d'action | Test |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Système hormonal | Œstrogénicité | ER-CALUX® avec une lignée de cellules humaines |
| Croissance végétale | Action herbicide | Test combiné sur algues vertes unicellulaires |
| Reproduction, survie | Non spécifique, zooplancton | Test sur daphnies |
| Cytotoxicité | Lésion des composants cellulaires comme les membranes, le noyau et les lysosomes | Test avec une lignée de cellules branchiales de truite arc-en-ciel (RTgill-W1) |
| Expression génique | Augmentation ou diminution du niveau d'expression génique | Biomarqueurs dans les cellules branchiales et intestinales de truite arc-en-ciel et dans les gammare |
| Composition en espèces de la communauté d'oligochètes | Présence d'espèces sensibles et/ou résistantes | Méthode des traits fonctionnels (FTR) avec les oligochètes |
| Antibiorésistance | Effet sur la nature et la fréquence des bactéries résistantes aux antibiotiques et de leurs gènes d'antibiorésistance | Détection de bactéries et de gènes de résistance |



Produits phytosanitaires : des bioindicateurs et valeurs de référence pour les sols

Le Centre Ecotox travaille depuis 2019 à l'élaboration d'une stratégie pour la surveillance multifacettes des résidus de produits phytosanitaires dans les sols agricoles. Ce projet s'inscrit dans le cadre du plan d'action de la Confédération visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires. Dans la première phase du projet, une méthode de détermination de valeurs de référence écotoxicologiques pour les sols (SGV = soil guidance values) a été développée et doit être appliquée à dix substances actives de produits phytosanitaires prioritaires. Le premier dossier vient d'être publié sur notre site pour le difénoconazole. D'autres substances suivront très prochainement.

Nous avons d'autre part constitué une boîte à outils regroupant des bioindicateurs potentiels pour le monitoring des effets des produits phytosanitaires. Cette boîte à outils comprend des méthodes écologiques et écotoxicologiques mettant en œuvre des organismes importants pour la fertilité du sol, à savoir des lombrics, des enchytréides, des collemboles, des nématodes, des micro-organismes, des champignons et des végétaux. Ces bioindicateurs doivent maintenant être soumis à des études pilotes pour évaluer leur variabilité et leur sensibilité. Vous trouverez de plus amples informations dans les rapports publiés sur notre site.

www.centreecotox.ch/projets/ecotoxicologie-des-sols/strategie-de-surveillance-des-produits-phytosanitaires-dans-le-sol

Contact : Mathieu Renaud, mathieu.renaud@centreecotox.ch



Fiche info sur les lessives et produits de nettoyage

Les lessives et produits d'entretien sont utilisés presque quotidiennement par tous les ménages qui les évacuent avec les eaux usées vers les stations d'épuration. Mais quelles substances dangereuses pour l'environnement contiennent-ils ? Et comment pouvons-nous continuer d'utiliser ces produits tout en limitant au maximum leur impact ? Une nouvelle fiche info apporte des éléments de réponse.

www.centreecotox.ch/news-publications/fiches-info



Participation au MAS Toxicology à Genève

En septembre 2024, le Master of Advanced Sciences (MAS) in Toxicology a débuté à Genève avec, à nouveau, la contribution du Centre Ecotox. Cette formation de deux ans en cours d'emploi est taillée sur mesure pour répondre aux exigences des diplômés de l'enseignement supérieur qui exercent déjà une activité professionnelle et des employeurs potentiels dans l'industrie, le milieu universitaire et l'administration. Il qualifie à l'enregistrement en tant que toxicologue. Les modules peuvent être suivis indépendamment les uns des autres ; l'inscription est possible jusqu'à un mois avant le début de chaque module.

www.unige.ch/formcont/en/courses/mas-toxicology



Atelier international sur la fréquence des prélèvements

Les 19 et 20 septembre 2024, le Centre Ecotox a organisé un atelier du Working Group Chemicals de l'UE sur la question de la fréquence des prélèvements. Il a rassemblé 25 spécialistes en ligne et sur place. Le groupe de travail a pour objectif d'élaborer des lignes directrices sur la fréquence de l'échantillonnage pour les substances prioritaires dont les émissions dans l'environnement peuvent fortement varier dans le temps.

Dans les pays membres de l'Union européenne, la surveillance des substances prioritaires qui s'inscrit dans le cadre de la directive-cadre sur l'eau se concentre sur les grands cours d'eau et se base sur un échantillonnage ponctuel et mensuel. Cette stratégie ne permet pas de suivre correctement les concentrations des produits phytosanitaires et autres substances dont les teneurs fluctuent fortement dans le temps et ne convient donc pas à l'évaluation du degré d'atteinte du bon état chimique. Les quantités de produits phytosanitaires appliquées et donc leurs concentrations dans le milieu aquatique varient en fonction des saisons et des pics de pollution se produisant lorsqu'ils sont entraînés par les pluies.

En Suisse, le risque lié aux produits phytosanitaires est évalué à partir d'échantillons composites de deux semaines, prélevés tout au long de l'année. Pour le calculer, la concentration moyenne sur 14 jours est comparée au critère de qualité environnementale en exposition chronique (CQC) car ce laps de temps correspond à la durée moyenne des tests écotoxicologiques utilisés pour déterminer ce CQC et donc à la période pendant laquelle des effets chroniques peuvent déjà apparaître.

ContaSed 2025 à Berne

Le Centre Ecotox participe à l'organisation de la ContaSed 2025, une conférence internationale sur les sédiments contaminés qui se tiendra à Berne du 2 au 4 septembre 2025. La rencontre sera l'occasion d'échanger sur les méthodes et concepts de surveillance et d'évaluation des sédiments contaminés et de discuter de cas concrets. Organisée par l'Oeschger Centre for Climate Change Research (OCCR) de l'université de Berne, elle a lieu tous les cinq ans.

La ContaSed 2025 s'intéressera aussi bien aux contaminants naturels qu'aux polluants d'origine anthropique comme les composés organométalliques, les métaux lourds, les microplastiques ou les toxines algales. Elle traitera d'autre part des difficultés et défis en matière d'évaluation du risque, d'assainissement et de mise en œuvre. Les résumés peuvent être soumis jusqu'au 15 février 2025.

<https://oeschger.unibe.ch/contased2025>



Des PFAS dans les sédiments près d'une piste d'entraînement des sapeurs-pompiers à Lausanne

Les PFAS entrent dans la composition des mousses anti-incendie et peuvent être libérées dans l'environnement lors d'exercices d'extinction des feux. Sur mandat de la ville de Lausanne, le Centre Ecotox a donc étudié les sédiments de deux rivières, le Talent et la Tioleire, aux alentours d'une piste d'entraînement des sapeurs-pompiers pour évaluer leur degré de contamination par les PFAS. Les analyses montrent que les sédiments étaient plus fortement pollués en aval qu'en amont, en particulier dans la Tioleire. Aussi bien les bioessais que l'évaluation du risque indiquent un risque considérable pour les organismes du sédiment. De plus, un risque d'empoisonnement secondaire a été identifié pour les animaux aquatiques se nourrissant de ces organismes benthiques.

Plus d'informations dans le rapport : www.centrecotox.ch/news-publications/rapports



Des discussions passionnantes à la journée portes ouvertes

Le 14 septembre 2024, nous avons présenté les bioessais et bioindicateurs que nous utilisons pour étudier le milieu aquatique à la journée portes ouvertes de l'Eawag et de l'Empa. Comment les levures permettent-elles de détecter les perturbateurs endocriniens ? Pourquoi les vers nous aident-ils, comme de véritables détectives privés, à savoir si un sédiment est contaminé ? Ces questions et tant d'autres ont été le ferment de discussions passionnantes avec petits et grands. Près de 7 000 personnes, curieuses de science et d'environnement, avaient bravé le mauvais temps pour se rendre sur le campus. Nous avons été enchantés de pouvoir montrer le quotidien de notre travail à un public aussi nombreux.

L'écotoxicologie dans le monde

Dans cette rubrique, le Centre Ecotox souhaite vous informer des actualités internationales touchant à la recherche ou à la législation en matière d'écotoxicologie. La sélection proposée ne se prétend pas exhaustive et le contenu des communiqués ne reflète pas nécessairement les positions du Centre Ecotox.

État des lieux de la pollution plastique dans le monde

Près de 52 millions de tonnes de macroplastique sont rejetées chaque année de manière incontrôlée dans l'environnement. C'est ce que révèle une équipe de recherche britannique qui a modélisé les émissions de plus de 50'000 communes du monde entier à l'aide d'une IA. Ce plastique est directement jeté dans une proportion de 43 %. Les 57 % restants sont brûlés de manière incontrôlée, dans des fosses par exemple, ce qui peut entraîner la formation d'autres polluants. En 2020, cette élimination incontrôlée était responsable de plus de 20 % des déchets plastiques émis par les communes. La pollution plastique la plus importante est observée en Asie du Sud et du Sud-est ainsi qu'en Afrique subsaharienne. Alors que dans le Nord global, le littering est la principale cause d'émission de plastiques dans l'environnement, c'est le manque de collecte des déchets qui domine dans le Sud global.

Cottom, J.W. et al. (2024) A local-to-global emissions inventory of macroplastic pollution. *Nature* 633, 101–108. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07758-6>

Améliorations dans l'évaluation du risque lié aux produits chimiques

En Europe, les produits chimiques sont soumis à plusieurs types d'évaluation qui répondent à des objectifs distincts et diffèrent en fonction du cadre juridique. Comme le montre une étude de l'EFSA, cela s'accompagne d'une fragmentation de données et de savoir qui empêche l'évaluation du risque d'être efficace et intégrative. Les auteurs soulignent que la collaboration et la mise en commun des données doivent être renforcées pour que les objectifs de développement durable puissent être atteints. Ils proposent de commencer par améliorer la situation pour les pesticides. Cela permettrait d'exploiter la multitude de données déjà obtenues dans le cadre de l'évaluation prospective et rétrospective du risque pour tester et valider de nouvelles méthodes.

Axelmann, J., et al. (2024) A systems-based analysis to rethink the European environmental risk assessment of regulated chemicals using pesticides as a pilot case. *Science of the Total Environment* 948, 174526

Les produits phytosanitaires affectent les fonctions écosystémiques des invertébrés terrestres

Les produits phytosanitaires sont employés en grande quantité pour

protéger les végétaux et les cultures des ravageurs. Ils peuvent cependant aussi nuire aux organismes non cibles et notamment à la faune invertébrée du sol. Or, cette dernière remplit d'importantes fonctions écosystémiques qui peuvent, elles aussi, être perturbées. Sont ainsi affectées la création et la préservation de la biodiversité, la pollinisation, les interactions biotiques, la dynamique de la matière organique et la structure du sol. La dégradation de ces services peut également avoir de graves conséquences pour l'agriculture.

Bertrand, C. et al. (2024) Effects of plant protection products on ecosystem functions provided by terrestrial invertebrates. *Environmental Science and Pollution Research* <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34534-w>

Pollution des eaux par les produits antiparasitaires employés pour les animaux de compagnie

Certains pesticides sont interdits pour les usages agricoles mais restent utilisés pour lutter contre les parasites et peuvent ainsi atteindre le milieu aquatique. C'est ainsi que le fipronil et l'imidaclopride ont été détectés dans les eaux britanniques à des concentrations dangereuses pour les organismes aquatiques. Les produits de lutte contre les puces et les tiques chez les animaux de compagnie en sont une source importante. Or, le droit en vigueur n'exige qu'une étude d'impact sur l'environnement très sommaire pour la mise en circulation de ces produits antiparasitaires. Il est donc nécessaire de renforcer la surveillance, les contrôles et la réglementation des antiparasitaires à usage vétérinaire pour réduire la pollution des eaux.

Perkins R et al. (2024) Down-the-drain pathways for fipronil and imidacloprid applied as spot-on parasiticides to dogs: Estimating aquatic pollution. *Science of the Total Environment* 2024. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170175>. Preston-Allen, R.G.G. et al. (2023) Are urban areas hotspots for pollution from pet parasiticides? *Imperial College London, Grantham Institute Briefing note No 15*

Les néonicotinoïdes sont nuisibles aux papillons

Les néonicotinoïdes ne nuisent pas uniquement aux abeilles mais contribuent également au déclin des populations de papillons. De nouveaux résultats de recherche indiquent que l'introduction des semences enrobées de néonicotinoïdes a très probablement été la principale cause du déclin de plusieurs populations de papillons observé dans le Middle West américain. Selon les conclusions de l'équipe de recherche, cet emploi des néonicotinoïdes a plus fortement affecté l'abondance et la diversité des espèces de papillons que les herbicides, les changements d'affectation des sols ou le dérèglement climatique.

Van Deynze B. et al. (2024) Insecticides, more than herbicides, land use, and climate, are associated with declines in butterfly species richness and abundance in the American Midwest. *PLoS ONE* 19(6): e0304319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304319>

Impressum

Editeur: Centre Ecotox

Eawag

Überlandstrasse 133

8600 Dübendorf

Suisse

Tél. +41 58 765 5562

Fax +41 58 765 5863

www.oekotoxzentrum.ch

EPFL-ENAC-IIE-GE

Station 2

1015 Lausanne

Suisse

Tél. +41 21 693 6258

Fax +41 21 693 8035

www.centreecotox.ch

Rédaction: Anke Schäfer, Centre Ecotox

Traductions: Laurence Frauenlob-Puech, D-Waldkirch

Copyright: © Les textes et les photos non marqués autrement sont soumis à la licence Creative Commons « Attribution 4.0 International ». Ils peuvent être librement copiés, distribués et modifiés, à la condition de les attribuer à l'auteur en citant son nom. Plus d'informations sur la licence sur le site <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Copyright des photos: Centre Ecotox, Adobe Stock (p. 10)

Maquette, graphisme et mise en page: visu'l AG identity, Langenthal

Abonnements et changements d'adresse: Bienvenue à tout(e) nouvel(le) abonné(e), info@centreecotox.ch