

centre ecotox news

27. édition novembre 2023

Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée



Journée de dialogue
2023 à Soleure p. 3

Biotopes d'importance
nationale contaminés
aux phytosanitaires p. 4

Évaluation de la qualité
de l'eau de la Vuachère p. 6

Le test des Bait Lamina
contribue à mesurer
la fertilité du sol p. 8

Ecrire la suite de notre histoire



Dr. Benoît Ferrari,
directeur du Centre Ecotox

Cette année, le Centre Ecotox fête ses 15 ans d'existence. Pour ma part, cela fait 10 ans que je travaille au centre. Au cours de ces dernières années, j'ai pu être témoin de son développement rapide. Le Centre Ecotox est de plus en plus sollicité par les parties prenantes et le public, et traite des projets de plus en plus diversifiés et fortement orientés vers la pratique. Dans le cadre de nos projets, nous développons des méthodes d'évaluation du danger et des risques des « entités » polluantes. Nous assurons également des services d'expertise essentiels et une formation continue orientés vers la pratique pour accompagner les autorités, les gestionnaires de l'environnement et les entreprises privées. Nous jouons également le rôle de plateforme d'informations. Aujourd'hui représenté par plus d'une vingtaine de collaborateurs reliés à un important réseau externe d'experts, le Centre Ecotox représente un véritable atout pour aborder des questions très variées relatives à l'impact des « entités » sur le continuum sol-eau-sédiment.

En août, nous avons organisé notre première journée de dialogue afin d'être au plus près des parties prenantes. Celles-ci ont pu d'une part s'y informer sur nos projets actuels. D'autre part, ensemble, nous avons discuté de leurs besoins et de leurs idées dans des domaines thématiques

importants, sélectionnés préalablement sur la base d'un questionnaire. Vous trouverez plus de détails de cette journée dans ce numéro (p.3).

Je suis fier de pouvoir dire que la journée de dialogue a été un franc succès pour une première. Elle a montré comment les sujets de travail du Centre Ecotox sont liés aux grands défis nationaux et internationaux tels que le dérèglement climatique, la préservation de la biodiversité et la nécessité d'atteindre un objectif zéro pollution. Les participant(e)s étaient très motivé(s), ce qui a donné lieu à des discussions passionnantes et approfondies. Les contributions des parties prenantes nous permettent de planifier des projets ciblés afin de répondre aux leurs besoins. Ces projets seront, dans la mesure du possible, intégrés dans la planification du Centre Ecotox pour la période 2025-2028.

Nous nous réjouissons d'avance d'accomplir notre mission dans un avenir qui apporte de nouveaux défis et de nouvelles opportunités !

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'B. Ferrari'.

Photo de couverture: Les collemboles tels que *Dicyrtomina ornata* jouent un rôle important dans la formation de l'humus dans le sol et donc dans sa fertilité. Le Centre Ecotox travaille actuellement à la compilation de différentes méthodes biologiques pour déterminer la fertilité des sols (voir p. 8). Photo: Andy Murray <http://chaosofdelight.org>.

Journée de dialogue 2023 à Soleure

Une soixantaine de personnes ont profité de la journée de dialogue du Centre Ecotox pour s'informer sur les projets d'actualité dans le domaine de l'écotoxicologie appliquée, pour échanger à leur sujet et exprimer leurs besoins en la matière.

La journée de dialogue est une nouvelle formule proposée par le Centre Ecotox pour informer et échanger sur les projets qui font l'actualité dans le domaine de l'écotoxicologie appliquée. Une soixantaine de personnes venues des administrations publiques, du secteur privé et de la recherche se sont rendues à cette rencontre qui s'est déroulée le 31 août 2023 à Soleure. Dans son allocution de bienvenue, le directeur Benoît Ferrari a souligné le rôle de passeur entre pratique et recherche que joue le Centre Ecotox en Suisse.

Des méthodes pratiques d'évaluation de la qualité de l'eau, du sol et du sédiment

Les projets du Centre Ecotox dans les domaines de l'eau, du sol, des sédiments et de l'évaluation des risques ont ensuite été brièvement présentés. Ainsi, dans le cadre du plan d'action sur les produits phytosanitaires, les écotoxicologues travaillent actuellement à l'élaboration d'une stratégie de surveillance des résidus de pesticides dans les sols. Il est pour cela nécessaire de disposer non seulement de valeurs de référence écotoxicologiques mais aussi de bioindicateurs qui permettent de détecter les effets des

produits phytosanitaires sur la fertilité du sol. Le Centre Ecotox participe par ailleurs à un programme national de surveillance dans lequel il met en œuvre de nombreux bioessais et biomarqueurs pour évaluer la qualité de l'eau et du sédiment. Ainsi, les méthodes biologiques les mieux adaptées à l'étude de chaque compartiment peuvent être identifiées. Dans un projet mené avec des partenaires extérieurs, il a d'autre part été démontré que les gammarès, de petits crustacés vivant dans les cours d'eau, réagissent aux effluents de stations d'épuration. Une autre présentation traitait enfin des risques environnementaux émanant des polluants qui font l'actualité comme les PFAS (substances poly et perfluoroalkylées), les filtres UV et les microplastiques. Dans une séance de posters organisée en parallèle, les personnes intéressées ont pu s'informer, autour d'un café, des autres projets du Centre, comme par exemple la biosurveillance en ligne des eaux usées, l'étude des effets œstrogéniques avec des biotests ou l'étude de l'impact des particules d'abrasion des pneus sur l'environnement.

Des groupes de discussion pour collecter des suggestions

L'après-midi, les personnes participantes ont été réparties en groupes thématiques dédiés aux bioessais, aux sols et aux PFAS. Le but de ces discussions était de mettre en évidence les difficultés et besoins dans ces domaines et de formuler des idées de projets pour y répondre. Concernant les **bioessais**, il a ainsi été proposé d'élaborer

un arbre de décision permettant d'identifier, en fonction des situations, les tests les mieux adaptés à l'étude de la qualité de l'environnement. Le souhait d'une standardisation d'essais supplémentaires a d'autre part été exprimé. Par ailleurs, des méthodes de screening haut-débit des substances chimiques ont été souhaitées afin de pouvoir éviter les pollutions dès la source.

Dans le domaine des **sols**, les besoins exprimés concernaient des critères simples d'évaluation du risque, comme par exemple des valeurs indicatives pour les sols. Par ailleurs, il a été discuté de l'importance des bioessais en complément des analyses chimiques, en particulier pour les sols, dans la mesure où ils prennent en compte la biodisponibilité des polluants, critère décisif pour l'évaluation des sols. Les participants ont cependant souligné la difficulté d'interprétation des résultats suite à l'hétérogénéité des sols. Dans l'ensemble, ils ont relevé que les ressources étaient insuffisantes dans le domaine de l'écotoxicologie des sols et qu'il était difficile d'intégrer les bioessais dans les processus décisionnels tant que les bases juridiques faisaient défaut.

Concernant les **PFAS**, un fort besoin de valeurs limites pour les sols, les sédiments, les poissons et les denrées alimentaires a été exprimé. Suite à la motion Maret qui en fait justement la demande, le travail de détermination de ces seuils a été amorcé. Mais étant donné le manque de bases scientifiques disponibles, il prendra encore des années. Dans l'UE, de nouvelles valeurs limites, qui sont également importantes pour la Suisse, ont été proposées pour l'eau et les denrées alimentaires d'origine animale.

Une rencontre enrichissante à renouveler régulièrement

Les besoins exprimés dans la journée de dialogue seront autant que possible intégrés dans le plan de développement du Centre Ecotox pour la période 2025-2028. Les échanges entre le Centre Ecotox et l'administration, l'industrie et la recherche sont essentiels à la résolution des problèmes qui se posent actuellement. Pour y contribuer, il est prévu d'organiser la journée de dialogue tous les quatre ans avec un état d'avancement sur les projets en cours tous les deux ans.



Même les biotopes d'importance nationale sont contaminés aux produits phytosanitaires

L'étude de neuf sites de reproduction des batraciens et de trois bas-marais a révélé que ces biotopes d'importance nationale étaient contaminés par une multitude de produits phytosanitaires. Les insecticides de la famille des pyréthri-noïdes, en particulier, sont présents à des concentrations dépassant parfois très largement les seuils fixés par la loi et les critères de qualité chronique.

Ils sont notre patrimoine naturel, notre héritage : plus de 6000 biotopes marécageux, zones alluviales, sites de reproduction des batraciens et prairies sèches de Suisse ont été répertoriés dans l'inventaire des biotopes d'importance nationale et sont ainsi strictement protégés. Pour beaucoup d'espèces menacées, ils constituent les derniers refuges et représentent des réservoirs indispensables. Gardiens de la biodiversité, ils devraient logiquement être préservés de l'effet néfaste des produits phytosanitaires devenus courants dans beaucoup de cours d'eau.

Les biotopes naturels doivent être protégés

C'est aussi l'un des objectifs du plan d'action national visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires adopté par le Conseil fédéral en 2017. Pour évaluer les risques liés aux produits phytosanitaires, planifier des mesures de réduction et en mesurer l'efficacité, des données sur l'état de contamination de l'environnement sont nécessaires. Or peu d'informations étaient jusqu'à présent disponibles sur la présence de produits phytosanitaires dans les biotopes d'importance nationale. Le Centre Ecotox s'est donc engagé dans un projet sur la question. Son financement était assuré par l'Office fédéral de l'environnement et il a été réalisé avec le concours, notamment, de la société de conseil en environnement Hintermann & Weber et du laboratoire intercantonal de Schaffhouse pour la planification et la mise en œuvre.

Dans une première étape, neuf sites de reproduction des batraciens et trois bas-marais ont été étudiés en 2020 et 2021 dans les cantons de Zurich, de Bâle-Campagne, de Thurgovie, d'Argovie et de Saint-Gall dans le cadre d'une étude pilote (voir Figure) : ces sites sont localisés dans des bassins versants à dominante agricole et comportent un nombre égal de sites à faible risque, à risque moyen et à risque élevé de contamination. Les classes de risque ont été déterminées sur la base de différents facteurs conditionnant les apports de produits phytosanitaires comme par exemple la proximité avec des surfaces agricoles. Sur chacun de ces sites, des prélèvements ont été effectués chaque mois et 96 substances actives de produit phytosanitaire ont été recherchées par analyse chimique.

Les seuils de l'ordonnance sur la protection des eaux souvent dépassés

« Des produits phytosanitaires ont été détectés dans tous les milieux étudiés. Ils étaient entre quatre et 29 selon les endroits, révèle le responsable du projet, Etienne Vermeirssen. Et dans la moitié des biotopes, les seuils de l'ordonnance sur la protection des eaux ont été dépassés, parfois même d'un facteur 25. » Le dépassement le plus fréquent – dans cinq biotopes sur 12 – a été observé pour la cyperméthrine : cet insecticide très puissant de la famille des pyréthri-noïdes est notamment utilisé dans la culture de la pomme de terre, de la betterave, du colza, des fruits et des légumes. « La plu-

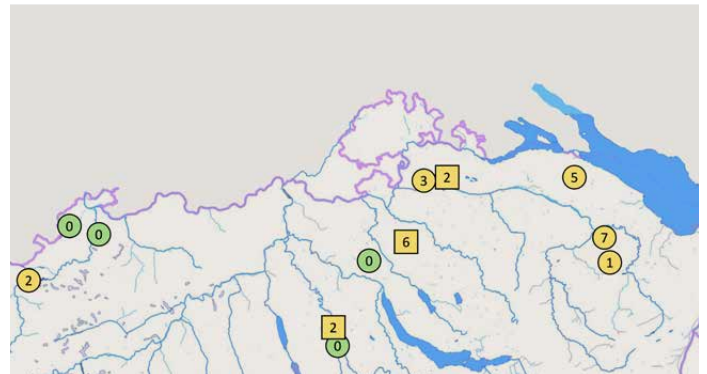


Figure: Vue d'ensemble des biotopes étudiés en 2020 et 2021 (cercles = sites de reproduction des batraciens; carrés = bas-marais). Les chiffres correspondent au nombre de phytosanitaires dont la concentration dépasse le critère de qualité environnementale (CQE) en exposition chronique sur chaque site. Sont considérés aussi bien les CQE intégrés dans l'Ordonnance sur la protection des eaux que les CQE et les valeurs *ad hoc* proposés par le Centre Ecotox.

part des biotopes étudiés sont des sites de reproduction importantes pour les batraciens, dont 70 % des espèces sont déjà menacées en Suisse, souligne Etienne Vermeirssen. Il est donc primordial, à l'avenir, de mieux les préserver des produits phytosanitaires. »

Les critères de qualité chronique (CQC) adoptés par l'ordonnance sur la protection des eaux (voir encadré pour en savoir plus sur les seuils et critères de qualité environnementale) ont été dépassés d'un facteur allant jusqu'à 25 pour la cyperméthrine, 8 pour le nicosulfuron (un herbicide) et 2 pour le chlorpyrifos. Le chlorpyrifos est interdit en Suisse depuis 2020. Dans le cas de la cyperméthrine, le critère de qualité aiguë (CQA) a, lui aussi, été dépassé. Ce seuil vise à protéger des effets des pollutions aiguës de courte durée et l'ordonnance sur la protection des eaux stipule qu'il ne doit être dépassé à aucun moment. Des dépassements des CQC proposés par le Centre Ecotox ont également été mesurés pour trois autres pyréthri-noïdes, la deltaméthrine (facteur 1180), la lambda-cyhalothrine (facteur 18) et la perméthrine (facteur 5). D'autres critères de qualité *ad hoc*, reposant sur des bases moins solides, ont également été dépassés pour la cyfluthrine (facteur 60), la téfluthrine (facteur 39) et la bifenthrine (facteur 5), trois autres pyréthri-noïdes. À noter que la perméthrine n'est homologuée qu'en tant que biocide et non comme produit phytosanitaire.

Les pyréthri-noïdes de synthèse particulièrement problématiques

La quasi-totalité des substances posant problème sont des pyréthri-noïdes, des neurotoxiques qui agissent en bloquant les canaux ioniques des cellules nerveuses. Les pyréthri-noïdes n'ont attiré l'attention du public que récemment car ils n'étaient autrefois quasiment pas détectables avec les techniques disponibles. Des études de l'Eawag ont montré que les concentrations de ces substances dans les ruisseaux dépassent régulièrement les seuils à partir desquels des dommages chroniques et parfois aigus peuvent apparaître chez les organismes exposés.

Des phytosanitaires ont été détectés dans tous les biotopes étudiés, quelle que soit leur classe de risque et sans qu'aucun rapport n'ait été identifié avec la classe préalablement déterminée. Pour le milieu dans lequel le plus grand nombre de substances a été détecté, soit 29, le risque de contamination avait ainsi été jugé faible au préalable. Dans les deux tiers des sites étudiés, des dépassements du CQC ont été observés pour certaines substances (voir Figure). Dans un tiers d'entre eux, les dépassements concernaient aussi le CQA. Le CQC a été dépassé au moins une fois pour 21 substances et le CQA pour sept.

Diverses voies de rejet interviennent

« Force est de constater que les produits phytosanitaires se frayent un chemin vers les biotopes d'importance nationale alors que ceux-ci sont censés être protégés », remarque Etienne Vermeirssen. Pour les sites de reproduction des batraciens et les bas-marais étudiés, l'hypothèse privilégiée était un transfert des substances par la voie de l'eau, les produits venus du ruissellement, du lessivage et du drainage des sols ainsi que des écoulements de surfaces imperméabilisées et des rejets d'égouts transitant par les cours d'eau jusqu'aux sites protégés. « Mais nous sommes aujourd'hui convaincus que le transfert par voie aérienne joue aussi un rôle important, explique le chercheur. Dans le cadre du projet, nos partenaires Carbotech et Bâle-Ville ont en effet détecté de nombreux produits phytosanitaires dans l'air et l'eau de pluie. »

Dans un essai de dispersion, il est apparu qu'après l'application d'un produit phytosanitaire, l'air était contaminé par la substance active à grande distance de là et qu'une volatilisation des substances se produisait encore sur le lieu d'application plusieurs heures après cette dernière. De cette façon, certains produits phytosanitaires peuvent se disperser sur de grands territoires et se déverser avec

Valeurs limites écotoxicologiques pour les milieux aquatiques

Le Centre Ecotox a déterminé des **critères de qualité environnementale (CQE)** pour de nombreuses substances en se basant sur leurs données d'écotoxicité. Il s'agit de concentrations limites à partir desquelles les organismes sensibles sont susceptibles de subir des dommages en termes de santé, de reproduction et de développement. On fait la distinction entre le **CQA**, le critère de qualité relatif aux expositions aiguës, qui doit protéger des effets à court terme, et le **CQC**, le critère de qualité relatif aux expositions chroniques, qui correspond aux effets à plus long terme. L'Ordonnance suisse sur la protection des eaux a intégré 19 de ces CQE pour les substances actives de produits phytosanitaires. Ils ont donc désormais force de loi. Les **CQE ad hoc** ont été déterminés avec un nombre plus faible de données de toxicité et ne peuvent donc livrer qu'une indication approximative de l'existence d'un risque potentiel.

les pluies dans les milieux les plus reculés. « Il est maintenant vital de bien mettre en œuvre le plan d'action Produits phytosanitaires pour s'assurer que les écosystèmes sensibles que nous avons étudiés seront protégés comme il se doit dans les temps à venir », préconise Vermeirssen.

Plus d'informations dans les rapports sur notre site web www.centreecotox.ch/projets/ecotoxicologie-aquatique/surveillance-des-produits-phytosanitaires-dans-les-biotopes-d-importance-nationale

Contact: Etienne Vermeirssen,
etienne.vermeirssen@oekotoxzentrum.ch



Le Bommer Weiher en Thurgovie est un site de reproduction de batraciens d'importance nationale.

Évaluation de la qualité de l'eau de la Vuachère à Lausanne

De nombreux micropolluants ont été détectés dans la Vuachère, dont certains en provenance d'eaux usées non traitées. Ces substances, notamment le médicament ibuprofène, l'herbicide diuron et les insecticides diazinon, fipronil, chlorpyrifos et fenprothrine, présentent des risques écotoxicologiques.

Le Service de l'eau de la ville de Lausanne a détecté de nombreux traceurs d'eaux usées dans la Vuachère. Or le bassin versant de cette rivière urbaine ne comporte aucune station d'épuration. La présence de ces substances semble donc indiquer une pollution par des rejets d'eaux usées non traitées, due à de mauvais raccordements ou à des fuites dans les conduites. Une remédiation doit être effectuée dans les années qui viennent. Pour établir un état de référence qui permettra de juger des progrès accomplis, la qualité de l'eau de la Vuachère a été évaluée par des analyses chimiques et des tests écotoxicologiques dans le cadre d'un travail associant la ville de Lausanne, le Centre Ecotox et l'université de Lausanne.

La Vuachère prend sa source au nord-est de Lausanne puis traverse la ville dans un couloir boisé avant de se jeter dans le Léman. Son bassin versant présente une surface principalement urbanisée à partir de laquelle

de nombreux polluants sont entraînés dans la rivière à la faveur des pluies. La présence de parcelles agricoles, en amont de son principal affluent, le Flon, expose aussi potentiellement le milieu aquatique à des substances phytosanitaires.

De nombreux micropolluants détectés

Pour caractériser la rivière, un échantillonnage composite été effectué de mai à juillet 2022 dans trois stations – une dans la partie amont de la rivière, une à l'arrivée du Flon et une à l'embouchure dans le Léman – afin de procéder à des analyses chimiques et à une série de bioessais. La batterie de biotests comprenait huit essais couvrant une large gamme d'effets des polluants (voir Tableau). « La plupart de ces tests sont très pratiques et nous les recommandons pour l'étude des cours d'eau subissant des pollutions multiples », indique Cornelia Kienle du Centre Ecotox. En parallèle, des analyses de 161 micropolluants, dont des produits phytosanitaires, des biocides, des médicaments, des sucres de synthèse et des PFAS ont été menées.

« 62 % des substances recherchées ont effectivement été détectées dans la Vuachère, révèle Vincent Gregorio, de la Ville de Lausanne. Les plus fréquents étaient l'acésulfame K, un édulcorant, la metformine, un antidiabétique, et le DEET, un répulsif contre les insectes. » Avec la mesure régulière

d'autres médicaments comme l'irbésartan, l'hydrochlorothiazide et le diclofénac, ces substances indiquent une pollution manifeste par des déversements d'eaux usées brutes dans la rivière.

Un risque de toxicité dû à l'ibuprofène et à des insecticides déjà interdits

Pour évaluer le risque que représentent les substances détectées pour les organismes aquatiques, les concentrations mesurées ont été comparées aux critères de qualité environnementale correspondants, c'est-à-dire, pour chaque substance, à la concentration à partir de laquelle un effet toxique sur les organismes aquatiques ne peut être exclu. Si le rapport entre les deux concentrations est supérieur à 1, un risque d'effet toxique existe. « Le risque le plus élevé a été identifié pour le chlorpyrifos et le diazinon (deux insecticides déjà interdits), pour l'herbicide diuron, pour les biocides fipronil et imidaclopride, pour le PFOS (perfluorooctanesulfonate), déjà restreint dans son emploi, et pour deux médicaments, l'ibuprofène et le paracétamol », confie Vincent Gregorio.

Les plantes aquatiques et les invertébrés particulièrement concernés

Le diuron était le seul herbicide entraînant un risque de toxicité chronique. Du côté des médicaments, l'ibuprofène présentait un risque sur les trois sites et durant

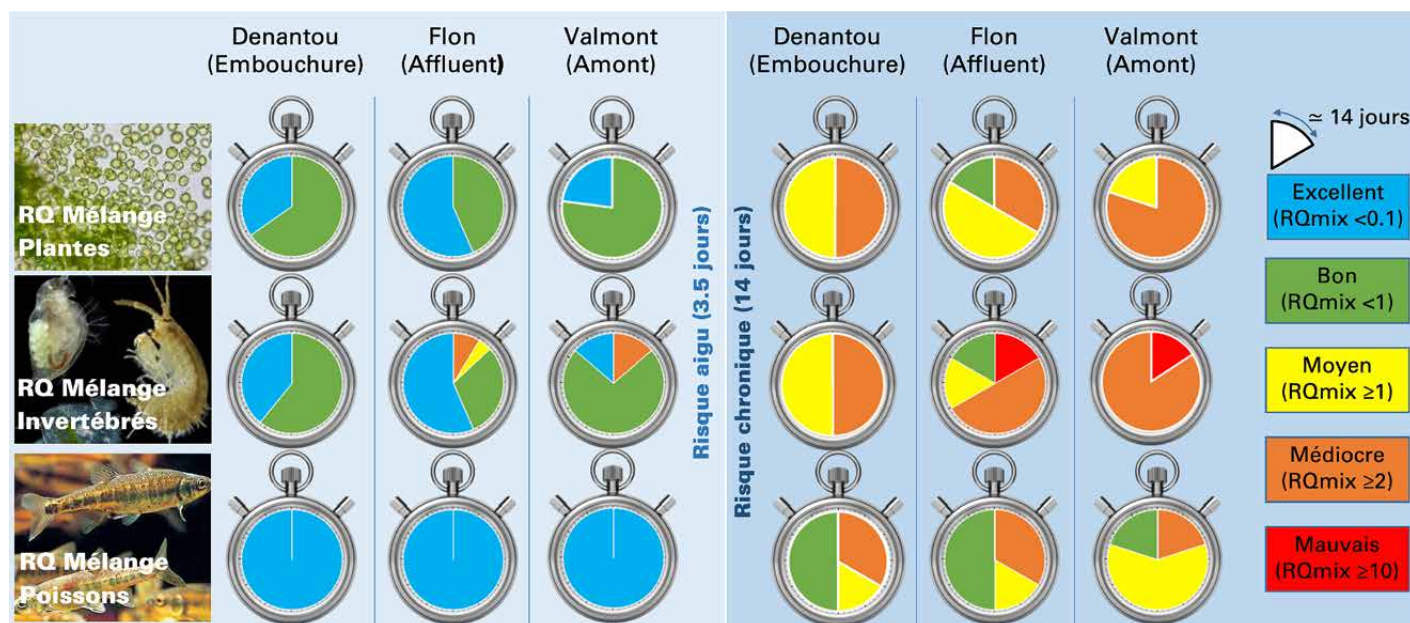


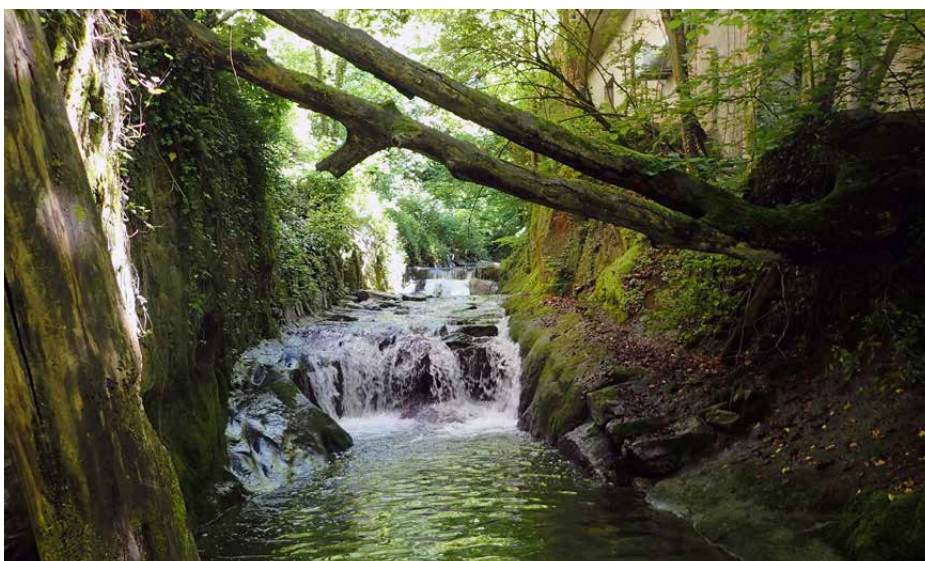
Figure: Indicateurs du risque du mélange de substances détectées sur chaque groupe d'organismes (RQA_{mix}, RQC_{mix}) sur la période d'échantillonnage de trois mois (tour de la montre) à chaque station. À gauche: risque aigu; à droite: risque chronique.

la quasi-totalité de la période d'échantillonnage. Les concentrations d'ibuprofène mesurées peuvent affecter la survie et le développement des organismes aquatiques tels que les larves de chironomes. Pour le PFOS, la concentration mesurée sur un site était supérieure au critère de qualité environnementale déterminé par le Centre Ecotox pour les expositions chroniques, valeur qui se basait sur le risque d'empoisonnement secondaire des oiseaux piscivores. Dans la Vuachère, il existe donc un risque de bioaccumulation du PFOS dans les poissons.

Pour chaque groupe d'organismes, le risque lié au mélange de substances présentes peut être calculé en faisant la somme des risques individuels dus aux différents composés détectés. Le risque aigu était en général acceptable (voir Figure) mais un risque chronique était identifié pour les plantes aquatiques et les invertébrés, attestant d'une mauvaise qualité générale de l'eau. Les substances responsables de ce risque global étaient les mêmes que celles pour lesquelles un risque individuel avait été détecté.

Des tests sensibles avec des cultures cellulaires

Les résultats de l'évaluation écotoxicologique concordaient bien avec les analyses chimiques. Dans deux stations, une inhibition de la photosynthèse était observée dans le test avec les algues vertes, alors que l'herbicide diuron était détecté en parallèle. Les bioessais CALUX® menés *in vitro* avec des cultures de cellules génétiquement modifiées indiquaient une toxicité potentielle sur au moins un des sites. La réponse était particulièrement forte avec les tests portant



La Vuachère, une rivière urbaine de la Ville de Lausanne, a fait l'objet d'une étude écotoxicologique approfondie.

sur le stress oxydatif et la métabolisation des xénobiotiques.

Les tests *in vivo* avec les embryons de poissons zèbres et les daphnies n'indiquaient pas de toxicité, ce qui concorde avec les analyses chimiques. En effet, bien que des insecticides aient été détectés, les concentrations étaient trop faibles pour avoir des effets directs sur les espèces exposées dans les essais. « Les tests écotoxicologiques ont été un bon complément pour l'analyse chimique; ils nous ont permis d'obtenir une meilleure représentation de la qualité de l'eau de la Vuachère », commente Vincent Gregorio.

La présente étude a servi à établir un état de référence. Dans les années qui viennent, il

est prévu d'assainir la Vuachère et d'éliminer les rejets d'eaux usées brutes. Les analyses et les tests seront renouvelés dans quelques années pour estimer si ces mesures ont eu un effet positif sur la qualité de l'eau.

Pour en savoir plus: Gregorio, V., Khajehnouri, F., Chèvre, N., Kienle, C., Pointet, L., Savioz, A., & Barbier, S. (2023). Évaluation écotoxicologique d'une rivière avant remédiation. Déterminer un état de référence de la pollution. *Aqua & Gas*, 103(7-8), 62-73

Contact: Cornelia Kienle,
cornelia.kienle@oekotoxzentrum.ch
Vincent Gregorio,
vincent.gregorio@lausanne.ch

Bioessais utilisés pour le monitoring de la Vuachère

Effet	Mode d'action	Test
Stress oxydatif	Réaction cellulaire au stress oxydatif	Nrf2-CALUX®
Métabolisation des polluants	Activation de la réponse cellulaire aux xénobiotiques	PAH-CALUX®, PXR-CALUX® (Pregnane X Receptor)
Perturbation endocrinienne	Oestrogénicité, Anti-androgénicité	ER-CALUX®, Anti-AR-CALUX®
Croissance végétale	Effet herbicide	Test combiné sur algues vertes
Reproduction, létalité	Non spécifique, zooplancton	Test sur daphnies
Développement embryonnaire, létalité	Non spécifique, poissons	Test de toxicité aiguë sur les embryons de poissons (FET)

Le test des Bait Lamina contribue à mesurer la fertilité du sol

La méthode des Bait Lamina permet d'étudier l'impact des produits phytosanitaires sur l'activité d'alimentation des invertébrés du sol et la dégradation de la matière organique. Or cette dégradation est essentielle à la fertilité du sol.

Notre alimentation est directement dépendante de la fertilité des sols. Or ces derniers sont fortement impactés, non seulement par les phénomènes de tassement, de lessivage et d'appauvrissement en matières nutritives, mais aussi par l'emploi des produits phytosanitaires. Le plan d'action national sur les produits phytosanitaires vise donc également à surveiller sur la durée les effets de la présence de résidus de produits phytosanitaires sur la fertilité des sols agricoles. Mais comment la mesurer ? « Un sol est considéré comme fertile quand il peut remplir ses fonctions écologiques de manière satisfaisante, explique le spécialiste des sols Mathieu Renaud. Parmi elles, on compte notamment des fonctions régulatrices comme la régulation des cycles des matières organiques et minérales. » Pour suivre ces fonctions du sol, les bioindicateurs offrent une solution à la fois efficace et bon marché.



Le test bait lamina est réalisé ici en laboratoire dans des tubes à essai et mesure la dégradation de la matière organique.

La dégradation de la matière organique, une fonction vitale du sol

Dans cette optique, le test des Bait Lamina, qui mesure l'activité d'alimentation de la faune du sol et la dégradation de la matière organique et évalue ainsi une fonction essentielle du sol, est particulièrement intéressant. Il consiste à placer des languettes de PVC contenant un appât organique dans le sol et à déterminer la quantité d'appât consommée par la pédofaune. « Il n'existe quasiment pas de tests ou d'indicateurs qui permettent de mesurer les fonctions du sol en laboratoire, explique Mathieu Renaud. Ce test très simple, déjà normalisé par l'ISO pour les utilisations sur le terrain, est très prometteur à cet égard. »

Présence indispensable d'organismes d'une certaine taille

Maylis Wangermez a optimisé le test pour une utilisation en laboratoire. « Nous réalisons le test dans des tubes à essai, en conditions contrôlées de température et d'humidité », explique-t-elle. Dans ses essais, elle a comparé un sol standard aux caractéristiques connues avec un sol de jardin naturel après les avoir soumis à différents types de prétraitement. Par cette démarche, elle souhaitait non seulement découvrir comment le test pouvait être adapté aux conditions de laboratoire, mais aussi identifier les groupes d'organismes particulièrement importants pour la dégradation de la matière organique dans les languettes. Le sol standard ne renfermait que peu de micro-organismes et était exempt d'organismes de plus grande taille car il avait été conservé au sec pendant une durée prolongée. Le sol de jardin avait été prélevé à l'état frais et abritait donc une faune « intacte ». Pour les essais, cette faune a été soit laissée en l'état, soit entièrement retirée du sol, soit retirée puis réintroduite avec uniquement les micro-organismes naturels.

« Nous avons observé que la matière organique était bien dégradée dans le sol de jardin laissé naturel, indique Maylis Wangermez. Cela signifie que la micro et la mésofaune qui y vivent étaient importantes pour la dégradation. Les micro-organismes seuls n'étaient suffisamment actifs ni dans le sol standard ni dans le sol de jardin. » Lors du prétraitement des échantillons, il n'était pas nécessaire de tamiser le sol

avec un crible de 2 mm. Le tamisage à 5 mm, moins laborieux, donnait d'aussi bons résultats.

Le sulfate de cuivre affecte la dégradation de la matière organique

« Nous avons ensuite cherché à savoir s'il était possible, grâce à ce test, de mesurer l'impact d'un phytosanitaire modèle sur l'activité d'alimentation, poursuit Maylis Wangermez. Pour cela, nous avons préalablement traité le sol avec un fongicide, à savoir du sulfate de cuivre. » Résultat : l'activité d'alimentation baissait proportionnellement à la quantité de sulfate de cuivre appliquée, ce qui a permis de déterminer la concentration maximale sans effet dans le test (NOEC) de même que la concentration la plus faible suivie d'effets (LOEC).

« Nous avons pu montrer que le test des Bait Lamina pouvait être utilisé en laboratoire pour évaluer la qualité du sol en termes de dégradation de la matière organique et mesurer l'impact des contaminants sur cette fonction, résume Mathieu Renaud. Nous conseillons, à part un tamisage à 5 mm, de laisser le sol dans son état naturel. » Il souligne toutefois que le test des Bait Lamina donne une information sur l'activité du sol mais ne renseigne pas sur sa biodiversité car cette dernière n'est pas déterminante pour la vitesse de dégradation de la matière organique. Ce test doit donc être complété par d'autres essais écotoxicologiques comme les tests avec les enchytréides ou les collemboles. Cette approche sera étudiée par le Centre Ecotox dans une prochaine phase du projet.

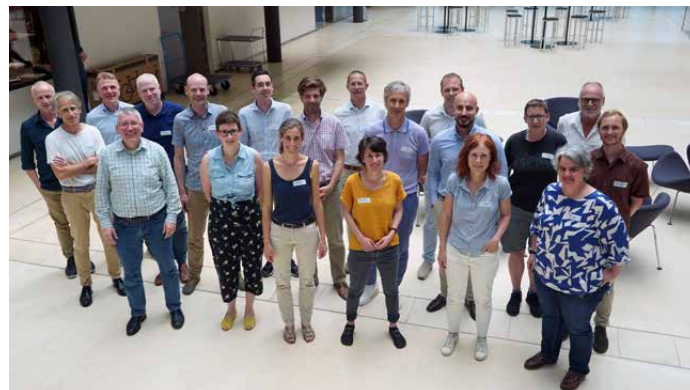
Contact : Mathieu Renaud,
mathieu.renaud@centreecotox.ch



Eva Lauber et Fabian Balk ont rejoint l'équipe d'évaluation des risques

Eva Lauber a rejoint le Centre Ecotox le 1^{er} mai 2023 et se charge de l'évaluation des risques liés aux substances chimiques dans l'eau et le sol. Elle travaille actuellement à l'établissement de valeurs de référence écotoxicologiques pour les produits phytosanitaires dans les sols et à la détermination de critères de qualité pour les terres rares apparentées aux métaux. Après avoir étudié l'horticulture et l'agriculture biologique à Budapest, Eva y a effectué une thèse sur les effets du maïs transgénique produisant des toxines bactériennes sur les papillons protégés. Elle a ensuite travaillé en Hongrie, en Grande-Bretagne et en Autriche sur l'évaluation prospective des produits phytosanitaires dans le cadre des procédures d'homologation. Elle est maintenant heureuse de passer de l'autre côté et d'œuvrer pour le bien de l'environnement en améliorant la qualité et l'efficacité de l'évaluation des risques.

Fabian Balk a démarré au Centre Ecotox en août 2023 en tant que collaborateur scientifique. Dans le cadre du projet européen PARC, il s'attache à améliorer l'évaluation des mélanges de substances et à l'appliquer à l'évaluation des risques dans les sols. Après des études de biologie et de sciences de l'environnement à Aix-la-Chapelle et Stockholm, il a effectué une thèse à l'Eawag sur la bioaccumulation et la biotransformation des composés organiques ionisables dans les cultures cellulaires de poisson. Il a alors notamment utilisé des modèles mathématiques pour extrapoler la bioaccumulation de l'échelle de la cellule à celle de l'individu. Il révèle : « J'apprécie particulièrement le Centre Ecotox parce qu'il me permet d'apporter une contribution positive à la société ; ainsi, mon travail revêtira aussi une dimension politique. »



Ateliers sur la communication des risques liés aux PFAS

Les risques pour la santé humaine et l'environnement émanant des substances per et polyfluoroalkylées, ou PFAS, sont aujourd'hui très présents dans les débats. Pour pouvoir dialoguer avec les politiques et la société, il est certes important d'évaluer ces risques, mais il faut aussi savoir communiquer à leur sujet. Le Centre Ecotox a donc organisé deux ateliers sur la communication des risques liés aux PFAS en rassemblant des spécialistes issus des administrations, de la société civile et des médias pour discuter du sujet et identifier les écueils éventuels. Les personnes participantes ont ensuite appliqué leur nouveau savoir dans une simulation de conférence de presse et une table ronde. L'un des ateliers s'est tenu en allemand en Suisse alémanique, l'autre en français en Suisse romande. Le Centre Suisse de Toxicologie Humaine Appliquée (SCATH) avait participé à leur organisation.

Kontakt: Alexandra Kroll, alexandra.kroll@oekotoxzentrum.ch

Informations pour l'OFEV sur les projets en cours sur les PFAS en Suisse

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) souhaiterait se faire une idée aussi précise que possible des projets actuellement menés sur les PFAS (substances per et polyfluoroalkylées) dans les cantons et les organismes de recherche. Cet état des lieux est nécessaire au traitement des interventions parlementaires actuellement en cours sur les PFAS, pour lesquelles toutes les informations disponibles doivent être prises en compte. Veuillez donc communiquer toutes les informations dont vous disposez sur les projets menés dans votre service ou votre institut à [Andreas Buser andreas.buser@admin.bafu.ch](mailto:Andreas.Buser@admin.bafu.ch).



Table ronde sur les microplastiques à l'ambassade de France

À l'invitation de l'ambassade de France, le Centre Ecotox a organisé une table ronde sur la pollution par les microplastiques dans l'arc alpin en collaboration avec l'EPFL et les membres de l'ambassade. L'un des objectifs de cette rencontre était de renforcer les collaborations entre la France et la Suisse pour améliorer l'état des connaissances et rechercher des solutions. Dans plusieurs tours de table, des scientifiques des deux pays ont fait le point des connaissances et informé sur les impacts des microplastiques sur l'environnement et la santé humaine avant de se pencher sur les possibilités d'action. Une cinquantaine de personnes représentant les pouvoirs publics, les politiques et la société civile avaient répondu présente.

Nouvelles lignes directrices de l'OCDE sur les essais avec les chironomes

Il est essentiel, pour les contrôles de routine de la qualité des matrices environnementales, que les méthodes employées soient standardisées et reproductibles afin de garantir la comparabilité des résultats. Le travail de normalisation des protocoles y contribue fortement. L'OCDE vient de publier deux nouvelles normes pour l'évaluation de la qualité des sédiments avec les larves de chironomes (Essai n° 218 et Essai n° 219). Le Centre Ecotox a élaboré ces documents en collaboration avec l'Office fédéral allemand de l'environnement.

Au stade larvaire, les chironomes vivent dans le sédiment des plans d'eau et des rivières où ils se nourrissent d'algues et de détritus. Étant donné que ces insectes passent la majeure partie de leur vie (15-20 jours) au contact direct du sédiment, ils se prêtent particulièrement à l'étude de la toxicité dans ce compartiment.

www.oecd.org/chemicalsafety/testing/oecdguidelinesforthetestingofchemicals.htm



Base de données compilant critères de qualité et autres valeurs limites écotoxicologiques

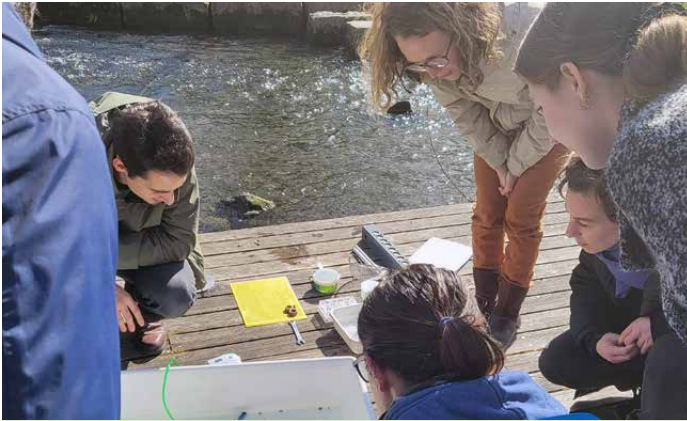
Avez-vous à évaluer des concentrations de substances chimiques dans l'environnement? Le Centre Ecotox gère maintenant une base de données qui rassemble tous les critères de qualité environnementale (CQE) et bien d'autres valeurs limites écotoxicologiques. Elle compte aujourd'hui plus de 2000 entrées sur près de 600 composés. Les CQE correspondant aux expositions aiguës et chroniques sont utilisés pour l'évaluation du risque lié aux produits chimiques dans l'environnement. Ceux de la base de données ont été soit déterminés par le Centre Ecotox lui-même soit publiés par les autorités d'autres pays européens ou de l'UE. La base de données comprend également des valeurs « ad hoc » qui ont été déterminées avec un nombre restreint de données de référence. Ces valeurs peuvent aider à estimer si un risque peut éventuellement être présent. La base indique par ailleurs les concentrations réglementaires acceptables (RAC) utilisées dans les procédures d'homologation des produits phytosanitaires.

Tous les CQE – de même que les indicateurs pour l'évaluation de la toxicité des mélanges – sont téléchargeables à partir de notre site. Les RAC de différents pays peuvent être fournies sur demande. La base de données est régulièrement actualisée et complétée de nouvelles valeurs. Pour contribuer à une plus large diffusion et accessibilité des CQE, nous mettons nos valeurs à la disposition de la base de données du réseau NORMAN (Réseau européen de laboratoires de référence, de centres de recherche et d'organismes associés pour la surveillance des substances émergentes dans l'environnement). Si vous avez besoin d'une valeur de référence qui ne figure pas dans notre base de données, il peut donc être intéressant de consulter celle de Norman.

Propositions de critères de qualité du Centre Ecotox pour les eaux de surface : www.centreecotox.ch/prestations-d-expert/criteres-de-qualite-environnementale/propositions-de-criteres-de-qualite.

Base de données de Norman : www.norman-network.com/nds/common/

Contact: Gianna Ferrari, gianna.ferrari@oekotoxzentrum.ch



Cours de formation continue proposés par le Centre Ecotox en 2024

Le Centre Ecotox proposera un cours bilingue (français/allemand) sur **les PFAS dans l'environnement le 12. mars 2024**. Les PFAS (substances poly et perfluoroalkylées) sont un groupe de plusieurs milliers de produits chimiques industriels que l'on trouve désormais partout dans l'environnement. L'UE examine actuellement une proposition visant à interdire ces substances préoccupantes. Le cours donnera un aperçu des sources, de la présence et des effets des PFAS sur l'environnement et l'homme. En outre, il abordera la difficile question de la réglementation et des valeurs limites dans l'environnement, l'eau potable et les denrées alimentaires. L'accent sera également mis sur la communication des risques liés aux PFAS, qui pose de grands défis aux autorités, aux chercheurs et aux médias en raison de la complexité de ce groupe de substances.

Les **6 et 7 novembre 2024** se tiendra un cours intitulé « **Online-Biomonitoring and In Situ-Bioassays** » (cours hybride en anglais) qui proposera un tour d'horizon des applications de ces techniques dans la surveillance de la qualité de l'eau, des sols et des sédiments. La biosurveillance en ligne est utilisée pour contrôler la qualité de l'eau en continu à l'aide d'organismes indicateurs et permet ainsi d'appréhender la dynamique des pics de pollution. Jusqu'à présent, ces méthodes ont surtout été employées dans le domaine de l'eau potable et de la surveillance des eaux de surface mais leur utilisation pour les eaux usées est à l'étude. Dans les bioessais in situ, les organismes sont exposés aux contaminants dans le milieu naturel (dans des cages, par exemple) et leurs réactions sont enregistrées et analysées. Cette technique est adaptée à l'étude de différents compartiments environnementaux comme l'eau, le sol et le sédiment. Les deux types de techniques seront illustrés avec des études de cas et le cours présentera les perspectives d'utilisation dans un cadre réglementaire.

www.centreecotox.ch/prestations-d-expert/formation-continue/



Réduire l'utilisation des pesticides grâce à de nouvelles pratiques culturales

Le projet PestRed vise à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires de synthèse dans l'agriculture par différentes mesures préventives. Au nombre des approches évaluées figurent les cultures associées, le choix de variétés peu sensibles aux maladies, le désherbage mécanique, les techniques de *push-pull* ou encore le recours aux nouvelles technologies de précision (semis et sarclages pilotés par GPS). Les différentes pratiques culturales sont testées sur des parcelles dites innovantes sur lesquelles l'emploi de phytosanitaires n'est autorisé qu'en dernier recours et leurs effets comparés avec des parcelles témoins cultivées de manière traditionnelle. Une partie du projet doit maintenant s'intéresser aux effets des pratiques innovantes sur la faune et les fonctions du sol, qui sont déterminants pour sa fertilité.

Pour traiter cette question, plusieurs bioindicateurs écologiques et écotoxicologiques qui représentent différents organismes et fonctions du sol seront étudiés. Les essais permettront de quantifier l'effet des mesures appliquées sur la fertilité du sol. Les bioindicateurs employés conviennent aussi au suivi des effets des résidus de pesticides prévu par le plan d'action sur les produits phytosanitaires et peuvent ainsi être validés. Les partenaires du projet sont l'Agroscope et l'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL). Cette étude sera réalisée par Gilda Dell'Ambrogio dans le cadre d'un travail de doctorat pour lequel elle quitte le Centre Ecotox pour rejoindre l'Agroscope.

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

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.

Les ammoniums quaternaires, sources d'inquiétude

Les ammoniums quaternaires ou « quats » sont notamment utilisés comme conservateurs dans les désinfectants et les produits cosmétiques pour leur propriété à inhiber la croissance des microorganismes. Un article de revue conclut au caractère inquiétant de l'émission de ces composés dans l'environnement. Certains d'entre eux y atteignent en effet des concentrations auxquelles des effets négatifs sur les organismes aquatiques ne peuvent être exclus. Les quats peuvent provoquer des irritations de la peau et des poumons, affecter le développement et la reproduction des organismes et perturber le métabolisme des graisses et les fonctions mitochondriales. L'évaluation des risques qui leur sont liés est difficile en raison de la grande diversité de leur structure et de l'absence de données de toxicité et d'exposition pour la plupart d'entre eux.

Arnold, W.A. et al. (2023) Quaternary Ammonium compounds: a chemical class of emerging concern. *Environmental Science & Technology* 57, 7645-7665

Le glyphosate porte atteinte aux amphibiens

Une nouvelle étude montre que le glyphosate affecte fortement les batraciens. Dans des essais menés sur le Xénope lisse, cet herbicide perturbait le développement des têtards, ce qui se manifestait notamment par un raccourcissement du corps, un rétrécissement des yeux, un ralentissement du rythme cardiaque et un accroissement de la mobilité. Ces effets étaient observables à partir d'une concentration de 0,1 mg/l, valeur dépassée par endroits dans les eaux de surface européennes. En Suisse, un seuil réglementaire (non spécifique) de 0,1 µg/l s'applique au glyphosate. Dans l'UE, les discussions sur la valeur de la NQE (norme de qualité environnementale) qui doit lui être appliquée sont encore en cours. Pour l'heure, la législation européenne définit un seuil de 0,1 µg/l pour les eaux servant à l'approvisionnement en eau potable et de 86,7 µg/l pour les autres milieux aquatiques. Une telle valeur correspond presque à la concentration suivie d'effets dans l'étude citée.

Flach, H. et al (2023) Glyphosate without co-formulants affects embryonic development of the south african clawed frog *Xenopus laevis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 115080

Effets des pesticides sur la faune du sol

La pédofaune invertébrée joue un rôle majeur pour les sols et leur fertilité. Une méta-analyse de 54 études montre que les pesticides

réduisent systématiquement le nombre et la diversité des organismes du sol et que la biodiversité décroît plus vite que le nombre d'individus. Les plus nocifs étaient les composés à action multiple, à large spectre, et les insecticides qui réduisaient la biodiversité même appliqués dans les quantités recommandées. Les auteurs n'ont trouvé aucune information suggérant que les effets des pesticides s'atténuent avec le temps.

Beaumelle, L. et al. (2023) Pesticide effect on soil fauna communities – A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14437>

La non-divulgence des données de toxicité menace la sécurité environnementale

Les données de toxicité obtenues par les fabricants sont confidentielles. Deux nouvelles publications montrent que cette pratique du secret nuit à l'évaluation du risque lié aux substances et donc à la santé humaine et environnementale. Dans une étude suédoise, les auteurs constatent qu'un quart des données sur la toxicité des pesticides pour le système nerveux et le développement fournies par les fabricants à l'agence environnementale américaine US EPA n'ont pas été communiquées aux autorités de l'Union européenne. Une étude venue des USA montre de son côté que les fabricants des substances poly et perfluoroalkylées (PFAS) avaient connaissance de leur toxicité 40 ans avant les autorités. Les industriels ont sciemment passé sous silence les résultats de recherche inquiétants. Des mesures légales devraient être prises pour garantir la publication de toutes les données.

Mie, A. and Ruden, C. (2023) Non-disclosure of developmental neurotoxicity studies obstructs the safety assessment of pesticides in the European Union. *Environmental Health* 22:44; Gaber, N. et al. (2023) The devil they knew: chemical document analysis of industry influence on PFAS science. *Analysis of Global Health* 89:37, 1-17

Les produits de transformation des substances antimicrobiennes accroissent le risque qui en émane

Le développement de la résistance aux antimicrobiens (RAM) est une menace mondiale pour la santé humaine et animale et pour l'environnement. Une nouvelle étude monte qu'il ne suffit pas, alors, de considérer les substances antimicrobiennes en elles-mêmes mais qu'il faut également tenir compte de leurs produits de transformation (PT). Les scientifiques ont étudié 56 PT et constaté que 13 d'entre eux présentaient un risque pour au moins une des trois espèces exposées. Les métabolites de tétracyclines et de macrolides étaient alors particulièrement préoccupants.

Löffler, P. et al. (2023) Antimicrobial Transformation Products in the Aquatic Environment: Global Occurrence, Ecotoxicological Risks, and Potential of Antibiotic Resistance. *Environmental Science and Technology* 57, 26, 9474-9494

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, Andy Murray (couverture), Adrian Michael (p. 5), Vincent Gregorio (p. 7), Adobe Stock (p. 10, 11)

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

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