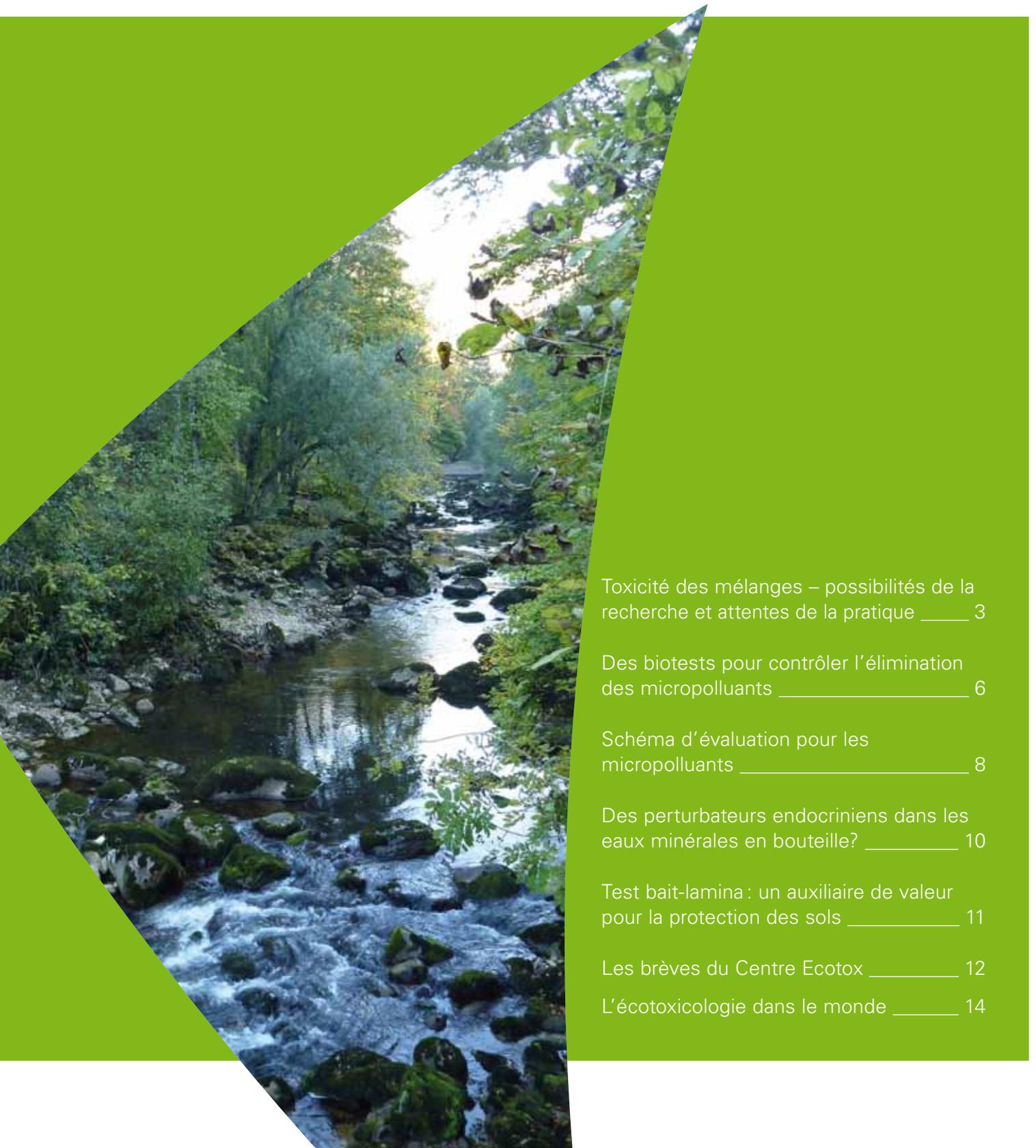




centre ecotox news

2. édition mai 2011

Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag-EPFL



Toxicité des mélanges – possibilités de la recherche et attentes de la pratique _____ 3

Des biotests pour contrôler l'élimination des micropolluants _____ 6

Schéma d'évaluation pour les micropolluants _____ 8

Des perturbateurs endocriniens dans les eaux minérales en bouteille? _____ 10

Test bait-lamina : un auxiliaire de valeur pour la protection des sols _____ 11

Les brèves du Centre Ecotox _____ 12

L'écotoxicologie dans le monde _____ 14

Editorial

Le rôle central des biotests



Dr. Inge Werner, directrice du Centre Ecotox

J'ai le plaisir de vous inviter, au nom de notre équipe, à parcourir ce deuxième numéro de Centre Ecotox News. Mais avant toute chose, je souhaiterais remercier le Prof. Rik Eggen qui a assuré la direction intérimaire du Centre Ecotox jusqu'en septembre 2010. Il est parvenu, dans le peu de temps qui lui était imparti, à développer les capacités du centre et à adapter ses activités aux besoins de la pratique. Grâce à son engagement, c'est une équipe hautement motivée, compétente et dynamique qui m'a accueillie à mon arrivée. Merci mille fois, Rik !

La présence de micropolluants dans les eaux de surface ne préoccupe pas seulement la Suisse mais le monde entier. L'action des perturbateurs endocriniens sur les organismes aquatiques est notamment source d'inquiétude. Il a ainsi été démontré dans un lac canadien qu'à partir d'une certaine quantité, les perturbateurs endocriniens étaient capables d'entraîner la disparition d'une population de poissons en l'espace de quelques années mais que le phénomène pouvait être enrayé si les rejets de polluants étaient stoppés. Beaucoup de ces substances ne sont que partiellement

éliminées dans les stations d'épuration et sont rejetées dans le milieu aquatique avec les effluents traités. En association avec de nombreux partenaires techniques et scientifiques, le Centre Ecotox a démontré l'utilité des traitements complémentaires d'épuration. Il livre ainsi des bases solides pour l'équipement futur des plus grandes stations suisses avec des technologies d'épuration plus performantes (page 6).

Le Centre Ecotox et des chercheurs de l'Eawag ont maintenant élaboré une stratégie d'évaluation de la qualité des eaux suisses au vu des micropolluants. S'appuyant sur l'effet d'un certain nombre de substances caractéristiques sur les organismes aquatiques, elle fait également appel aux tests biologiques (page 8). Ainsi, les biotests permettent souvent une meilleure détection des perturbateurs endocriniens que les analyses chimiques étant donné que leur activité biologique se manifeste à des concentrations extrêmement faibles. Le Centre Ecotox a par ailleurs pu montrer à l'aide de bioessais que les eaux minérales en bouteille vendues en Suisse ne contenaient pas de quantités préoccupantes d'œstrogènes ou composés apparentés (page 10). Mais les tests biologiques sont aussi particulièrement utiles à l'étude des mélanges complexes de produits chimiques. Ainsi, les pluies entraînent non seulement des pesticides dans les cours d'eau, mais aussi tout un arsenal de métaux lourds et de polluants organiques. Ce problème concerne également les sols qui peuvent être contaminés soit directement, soit par le biais de l'air ou de l'eau (page 11). Le Centre Ecotox travaille

donc avec de nombreux partenaires nationaux et internationaux à l'élaboration et à la normalisation de biotests adaptés pour qu'ils puissent être utilisés dans la pratique.

Dans un workshop organisé en novembre 2010, le Centre Ecotox s'est penché sur les problèmes et attentes liés à l'évaluation de la toxicité des mélanges de substances chimiques et du risque qu'ils représentent pour l'environnement. Plus de 60 spécialistes et professionnels étaient venus s'informer et exposer leur point de vue. Les conclusions du workshop, organisé en partenariat avec le Centre suisse de toxicologie humaine appliquée, insistent sur le rôle central que les tests biologiques seront amenés à jouer pour l'évaluation de la toxicité de mélanges (page 3).

Nous souhaitons rester un partenaire et interlocuteur privilégié pour toutes les questions ayant trait à l'écotoxicologie. C'est pourquoi nous travaillons en contact étroit avec de multiples acteurs issus de la recherche, de l'industrie et des administrations et organismes publics. La formation continue reste également l'une de nos priorités et nous proposons à nouveau plusieurs cours cette année. Vous trouverez toutes les informations sur le sujet sur notre site (www.centreecotox.ch). Nous l'avons d'autre part complété de nouvelles rubriques vous livrant encore plus de sources d'informations sur les questions d'écotoxicologie et une meilleure description de notre travail au Centre Ecotox (page 12).

Je vous souhaite une bonne lecture !



Toxicité des mélanges – possibilités de la recherche et attentes de la pratique

L'évaluation de la toxicité des mélanges de produits chimiques est un véritable défi posé aux autorités, à la recherche et à l'industrie. Le Centre Ecotox a organisé un workshop en novembre 2010 pour informer sur les avancées de la recherche dans ce domaine. Les participants ont débattu des difficultés et enjeux d'ordre réglementaire et normatif, présenté les besoins des différents secteurs et mis en évidence les priorités d'action pour l'avenir.

Quand elles se déversent dans l'environnement, les substances chimiques les plus variées se mélangent et agissent conjointement sur les organismes et finalement sur les écosystèmes. Jusqu'à présent, les méthodes d'évaluation de la qualité de l'eau et du risque environnemental et les normes en vigueur ne portent que sur les substances isolées. Cette approche est cependant peu satisfaisante étant donné que la toxicité des mélanges est généralement plus forte que celle de chaque substance. Les cocktails peuvent avoir des effets toxiques alors même que chacun de leurs composants est présent à une concentration inférieure au seuil de toxicité individuel. Ce phénomène concerne en particulier les substances présentant des mécanismes d'action similaires comme les œstrogènes et composés apparentés pouvant provenir dans le milieu aquatique de sources très diverses comme les médicaments, les plastiques ou les produits industriels.

La communauté internationale travaille actuellement à une amélioration de l'évaluation des effets de mélange et le Centre Ecotox participe activement à cet effort. Son workshop de deux jours consacré en novembre 2010 à l'appréciation de la toxicité des cocktails chimiques s'adressait aux intéressés des milieux de la recherche, de l'industrie et de l'exécutif cantonal et fédéral. Son objectif était de présenter l'état actuel d'avancement de la recherche dans ce domaine, de débattre des difficultés et enjeux d'ordre réglementaire, de formuler les besoins des différents secteurs et de mettre en évidence les priorités d'action pour le futur. Le workshop était organisé en commun avec le Centre suisse de toxicologie humaine appliquée et permettait donc de profiter de l'expérience acquise sur les différents systèmes biologiques.

Concepts de prévision de la toxicité des mélanges

La toxicité réelle des mélanges reste très difficile à appréhender. L'analyse chimique permet certes de détecter la présence d'un grand nombre de substances mais ne donne pas d'indication sur leurs effets conjugués sur les organismes. Seuls les essais biologiques permettent une telle évaluation. Pour déterminer la toxicité de mélanges définis de composés chimiques, l'effet des différentes substances est généralement évalué isolément dans des bioessais puis utilisé pour calculer un effet commun par modélisation. La toxicité

probable peut être prédite à partir des relations quantitatives structure-activité des substances. Pour les cocktails de composés présentant le même type de mécanisme d'action, on considère qu'une additivité des concentrations se produit (concentration addition, CA); dans le cas de mécanismes d'action différents, une indépendance des effets est supposée (independent action, IA). Mais les mélanges réels sont généralement constitués de substances dont les modes d'action ne sont ni totalement similaires ni totalement différents.

Il est souvent possible de prédire les effets par modélisation, à l'aide du modèle CA pour les mélanges de substances œstrogéniques ou du modèle IA pour les pesticides à modes d'action très différents par exemple (cf. encadré p. 5). Mais les effets sont parfois bien plus forts que les réponses attendues: on assiste alors à un phénomène de synergisme. Des facteurs extérieurs tels que la chaleur, le manque de nourriture ou les infections peuvent d'autre part accroître la toxicité des substances pour les organismes. Pour l'évaluation des mélanges définis dans la pratique, l'additivité des concentrations est considérée comme la meilleure estimation du pire cas (« Worst Case-estimation »). Différentes méthodes peuvent être utilisées pour appliquer le concept CA comme par exemple l'approche des facteurs d'équivalence toxique (TEF) souvent utilisée pour caractériser les mélanges de composés de type dioxine. Dans l'idéal, l'application de telles méthodes nécessite de disposer de jeux de données complets. Dans la pratique, les données disponibles sont souvent incomplètes – soit parce que la composition du mélange est inconnue, soit parce que certaines données de toxicité sont manquantes – ou de qualité inégale.

L'intérêt des tests *in vitro*

L'effet des mélanges de substances présentant le même mode d'action peut également être mesuré directement grâce à des tests *in vitro*. Les méthodes bio-analytiques basées sur les mécanismes d'action sont particulièrement intéressantes pour l'étude des échantillons environnementaux complexes. Ainsi, le test d'œstrogénicité sur levure (YES) ou l'essai ER-Calux permettent par exemple d'appréhender les substances qui se lient au récepteur des œstrogènes humain. La toxicité relative de ces composés est alors rapportée à une substance de référence, dans ce cas le 17-œstradiol, et expri-



mée en concentration d'équivalent toxique (TEQ) ou d'équivalent œstradiol (EEQ) pour obtenir une quantification standardisée de l'activité œstrogénique de l'échantillon. Ces méthodes *in vitro* constituent ici une solution de valeur étant donné que les substances de type œstrogénique peuvent agir sur les organismes biologiques à des concentrations inférieures au ng/l à peine décelables par analyse chimique. De plus, une identification des substances responsables de l'action toxique dans le mélange est possible grâce aux méthodes de fractionnement guidé par bioessais qui combinent essais biologiques, fractionnement physicochimique et analyse chimique.

Analyse du risque lié aux cocktails chimiques

L'évaluation du risque est nettement plus difficile pour les mélanges que pour les substances isolées. Deux approches sont possibles:

- La « Whole Mixture Approach » s'applique aux mélanges de composition inconnue (effluents d'épuration par ex.) ou aux mélanges complexes de composition constante (émissions d'un moteur diesel par exemple). Cette approche a l'avantage de permettre l'évaluation de la toxicité d'un mélange réel avec des moyens raisonnables. L'inconvénient est que les résultats ne peuvent être extrapolés à d'autres mélanges.
- La « Component-based Approach » s'applique aux mélanges dont la composition peut être déterminée par voie analytique. Cette approche présente l'avantage de pouvoir déterminer la toxicité de nombreux mélanges environnementaux à partir de la toxicité des différentes substances. L'inconvénient est qu'elle nécessite des informations complètes sur la composition des mélanges et sur la toxicité de leurs composants.

Difficultés et enjeux d'ordre réglementaire

Il existe dans l'environnement un nombre incalculable de cocktails chimiques potentiels. Les données de toxicité qui seraient nécessaires à leur évaluation sont souvent soit manquantes soit de qualité insuffisante. D'autre part, les tests et leurs résultats sont souvent difficiles à interpréter. Tous ces éléments créent un climat d'incertitude qui explique que l'Europe ne dispose pas encore de réglementation en matière de toxicité des mélanges.

Les USA se sont munis dès 1980 d'un outil législatif prévoyant des approches d'évaluation des mélanges de produits chimiques, en l'occurrence le CERCLA (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act), une loi pour l'assainissement des décharges de déchets spéciaux. Ses objectifs étaient ambitieux puisqu'elle prévoyait la prise en compte des variations temporelles de la composition des mélanges et de tous les effets toxiques po-

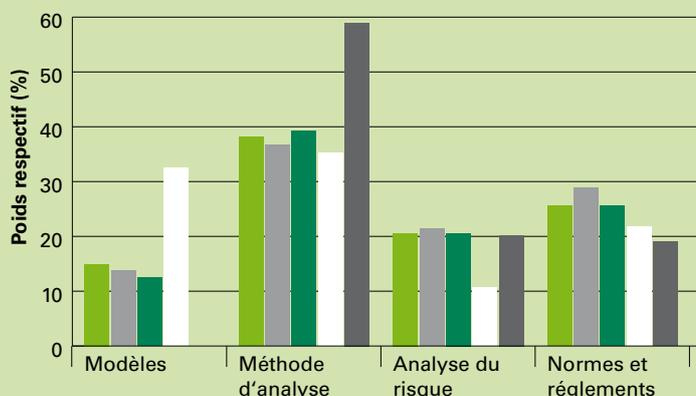
tentiels des substances présentes. Cette approche d'évaluation du risque se heurte encore aujourd'hui à de grandes difficultés d'application. C'est notamment dû à une connaissance encore lacunaire des mécanismes d'action des substances isolées et des mélanges. La législation américaine sur les produits phytosanitaires tient également compte de la toxicité des cocktails chimiques. Elle classe les produits en fonction de leur mécanisme d'action et prévoit une évaluation globale par catégorie. Toutefois, les pesticides qui produisent le même effet toxique par des mécanismes d'action différents sont encore traités séparément.

L'Europe tente aujourd'hui d'intégrer la toxicité des mélanges dans sa législation. Les ministres de l'environnement des Etats membres ont prié la Commission européenne d'estimer d'ici 2012 si la législation actuelle prenait suffisamment en compte la toxicité des mélanges et, dans le cas contraire, de proposer des modifications, directives ou méthodes appropriées. Dans cette optique, un rapport a été récemment publié sur les possibilités de prise en compte de cet aspect dans les réglementations (http://ec.europa.eu/environment/chemicals/pdf/report_Mixture%20toxicity.pdf). L'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) et l'OCDE se préoccupent elles aussi du problème de l'évaluation du risque lié aux cocktails de produits chimiques. Contrairement aux Etats-Unis, qui se focalisent sur la santé humaine, le droit européen accorde la même importance à la protection de l'homme et à celle de l'environnement.

Priorités d'action pour la pratique

Les participants au workshop ont déploré le manque de solutions pratiques pour l'étude et l'appréciation des mélanges. Les principaux points critiqués par les groupes de discussion sont les suivants :

- Le choix du **modèle** d'évaluation du risque à utiliser pour les mélanges est difficile étant donné que les concepts existants (CA/IA) reposent sur des hypothèses opposées sur les modes d'action des substances en présence. Pour beaucoup de produits chimiques présents dans l'environnement, les informations à ce sujet sont insuffisantes. D'autre part, il n'existe encore aucune lignes directrices donnant une quelconque indication sur le modèle à utiliser.
- Le choix des **biotests** à utiliser pour évaluer les effets des mélanges de produits chimiques est également malaisé. Des informations sur les coûts humains et monétaires, les bénéfices en termes d'efficacité et d'information, et les avantages et inconvénients des méthodes d'étude des mélanges doivent encore



Toxicité des mélanges : Où voyez-vous encore des besoins d'action ou d'approfondissement ou des sujets à traiter ?

Réponses des participants en fonction de leur secteur d'activité.

- Tous secteurs (n=34)
- Autorités d'exécution (n=13)
- Industrie (n=10)
- Recherche (n=5)
- Distributeurs d'eau (n=3)

être fournies. D'un côté, les tests *in vitro* portant sur les effets au niveau moléculaire doivent être privilégiés pour des raisons financières et éthiques. D'un autre côté, il n'est pas certain que ces effets puissent être transposés au niveau des populations.

- Les acteurs de terrain manquent de lignes directrices et recommandations officielles pour l'appréciation et le contrôle dans la pratique du risque émanant des mélanges complexes. Ce flou réglementaire rend la prise de mesures de gestion du risque particulièrement hasardeuse. Les lignes directrices actuelles, comme celles concernant l'appréciation de la qualité des eaux, devraient d'ores et déjà indiquer des modèles pratiques d'évaluation du risque lié aux mélanges dans leurs recommandations méthodologiques. La Suisse devrait s'inspirer au plus tôt des recommandations officielles existant déjà par ailleurs et éventuellement les adopter si elles sont jugées adaptées. D'autre part, la toxicité des mélanges doit être prise en compte pour la définition des seuils.
- Les services chargés des analyses et des contrôles et les chercheurs ne s'informent pas suffisamment sur leurs besoins respectifs. Pendant le workshop, il est apparu très nettement que tandis que les chercheurs attendaient des agents qu'ils mettent en œuvre leurs résultats sur le terrain, les services chargés de l'exécution étaient encore en attente d'instructions concrètes pour cette mise en œuvre. La remarque d'un agent résume bien la situation : « Les solutions proposées par la recherche pour l'évaluation des mélanges ne sont pas concrètes et sont mal applicables dans la pratique », ce à quoi répondit un chercheur : « Mais vous n'avez qu'à nous dire exactement ce dont vous avez

besoin ». Cet échange montre de façon flagrante le manque de communication, de transparence et de transfert de savoir entre recherche et exécutif. Des efforts dans ce domaine permettraient donc assurément de faire progresser l'appréciation des mélanges de produits chimiques dans la pratique.

Dans l'ensemble, le workshop a montré qu'un savoir conséquent était déjà présent dans le domaine des mélanges de substances et de leur évaluation. Or, si les bases scientifiques sont là, la réalité pratique est encore hésitante. Les acteurs sur le terrain ont besoin d'instructions très concrètes pour l'étude des mélanges indiquant la marche à suivre dans toutes les étapes du processus, allant des prélèvements et de la collecte des données au choix des tests et méthodes d'investigation pour aboutir à l'évaluation du risque. Et c'est exactement là la revendication finale de la grande majorité des participants : « Élaboration d'un guide technique pour l'analyse et l'appréciation de la toxicité des mélanges – de toute urgence ! »

Les résultats du workshop sont décrits plus en détail : Kunz, P.Y., Kienle, C., Aicher, L., Junghans, M., Werner, I. (2011) Mischungstoxizität: Bedürfnisse der Praxis. Erkenntnisse aus einem Workshop über Auswirkungen von Chemikalienmischungen auf Umwelt und Mensch und ihre Beurteilung. gwa/03, 167–177, www.centrecotox.ch/ueberuns/news/doc/Mixtox_gwa.pdf

Contact : Petra Kunz, petra.kunz@oekotoxzentrum.ch

Additivité des concentrations

$$\frac{c_1}{EC_{x_1}} + \frac{c_2}{EC_{x_2}} = 1$$

Principe

Substances présentant des **modes d'action similaires**, les composés du mélange se diluant les uns les autres et pouvant se remplacer dans des proportions données.

Implication

Chaque substance active présente contribue à la toxicité du mélange.

Indépendance des effets

$$E_{\text{Mélange}} = E_1 + E_2 - (E_1 \times E_2)$$

où E est un effet de 0–1

Principe

Une substance produisant le même effet qu'une seconde à partir d'un **mode d'action différent** ne peut agir que sur la partie de la population exposée sur laquelle l'autre substance n'a pas eu d'effet.

Implication

Seuls les composants présents à des concentrations susceptibles de produire un effet à elles seules contribuent à la toxicité du mélange.

Les deux principaux concepts utilisés pour la prédiction de la toxicité des mélanges. Description mathématique d'un mélange à deux composants. c_1 et c_2 sont les concentrations des substances 1 et 2 produisant ensemble un effet de $x\%$. EC_{x_1} et EC_{x_2} sont les concentrations respectives auxquelles les deux substances produisent individuellement ce même effet de $x\%$. E_1 ou E_2 = Effet que la substance 1 ou 2 produirait à elle seule sur l'organisme exposé à la concentration qu'elle présente dans le mélange.



Des biotests pour contrôler l'élimination des micropolluants

Des tests de toxicité menés sur des lignées cellulaires ou sur des organismes biologiques peuvent être utilisés pour contrôler l'efficacité d'élimination des micropolluants dans les traitements d'épuration des eaux. Une étude du Centre Ecotox montre qu'ils se prêtent dans les analyses de routine à une évaluation écotoxicologique des substances isolées comme des mélanges.

L'objectif du traitement des eaux usées est le déversement dans le milieu naturel d'un effluent d'épuration inoffensif. Le contrôle de l'efficacité d'élimination des substances dangereuses se fait généralement par le biais d'analyses chimiques alors que la mise en évidence des composés et de leurs effets écotoxicologiques à l'aide de bioessais présente de nombreux avantages: ceux-ci permettent par exemple d'évaluer la toxicité des cocktails chimiques au lieu de se limiter aux substances isolées comme le fait nécessairement la chimie analytique. Les biotests réalisés sur les organismes biologiques permettent même de cerner l'effet global de l'ensemble des substances contenues dans un échantillon d'eau, c'est-à-dire des composés chimiques et des substances nutritives. D'autre part, l'utilisation d'un même bioessai spécifique permet de tester en une seule fois tout un éventail de substances individuelles présentant le même mécanisme d'action. Dans le cadre du projet «Stratégie MicroPoll» de l'Office fédéral de l'environnement, le Centre Ecotox a évalué les qualités de différents systèmes d'essais biologiques pour le contrôle et le suivi du rendement d'élimination des micropolluants dans les stations d'épuration.

Pleins feux sur les traitements d'épuration complémentaires

Les micropolluants sont des composés organiques présents à l'état de trace dans les eaux. Provenant de produits tels que les produits phytosanitaires, les médicaments, les parfums, les détergents ou encore les peintures, ils ne sont pour certains que partiellement éliminés dans les chaînes de traitement classiques des stations d'épuration. C'est pourquoi, les effluents d'épuration peuvent encore en contenir des quantités potentiellement nocives pour les milieux et organismes aquatiques. Des étapes supplémentaires d'épuration ont été élaborées pour réduire les rejets dans le milieu naturel.

En partenariat avec de nombreux organismes, le Centre Ecotox a évalué l'efficacité de deux de ces technologies grâce à une installation-pilote mise en place à la STEP de Vidy, la première technique consistant en une ozonation suivie d'une filtration sur sable et la seconde en un traitement au charbon actif en poudre suivi d'ultrafiltration. Les chercheurs ont mis en œuvre différents types d'essais biologiques pour tenter de savoir si l'élimination des micropolluants était améliorée par les traitements avancés et si ces tests pouvaient

être utilisés pour les contrôles de routine des rendements d'épuration. Les tests devaient d'autre part mettre en évidence la formation éventuelle de sous-produits de réaction toxiques lors de l'ozonation.

Les écotoxicologues ont recours à deux types de bioessais (cf. Tableau): Les tests dits *in vitro* se basent sur la mise en évidence de mécanismes cellulaires spécifiques dans des organismes unicellulaires ou des lignées de cellules exposées et permettent donc une détection très sensible de certaines familles de composés chimiques comme les œstrogènes ou les herbicides. Ils rendent cependant assez mal compte de l'effet des substances sur les organismes entiers. C'est là l'atout des tests dits *in vivo* dans lesquels des effets globaux sur les fonctions biologiques telles que la croissance, la survie ou la reproduction sont mesurés sur les organismes biologiques exposés. Ces tests rendent compte de l'effet de l'ensemble des substances présentes dans un échantillon d'effluent mais ne permettent pas l'identification précise des classes de substances responsables.

Jusqu'à 100 pour cent d'abattement de la pollution

Des échantillons ont été prélevés à différents points de la chaîne de traitement de l'installation-pilote: en entrée de station, après le traitement biologique, après le traitement au charbon actif et son ultrafiltration et après l'ozonation et sa filtration sur sable. Les scientifiques ont ensuite étudié les échantillons par analyse chimique et les ont soumis à différents essais biologiques.

Comme l'ont montré les tests *in vitro*, le traitement biologique réduit déjà nettement la toxicité des eaux usées. Mais il ne permet pas l'élimination totale des substances: l'effluent renfermait encore certaines familles de polluants, notamment des perturbateurs endocriniens et des herbicides. Les tests spécifiques *in vitro* ont montré que l'ozonation et le traitement au charbon actif permettaient l'une comme l'autre d'éliminer plus de 80 % des micropolluants encore présents. La combinaison du traitement biologique et des traitements avancés réalise donc au total l'élimination de 84 à 100 % des micropolluants présents dans les eaux usées. Ces résultats ont été confirmés par l'analyse chimique. Les effets toxiques étaient nettement réduits dans presque tous les tests *in vitro* après l'ozonation, ce qui semble indiquer que le traitement n'a pas provoqué la for-



Test	Organisme	Effet détectable
Tests in vitro		
Test d'œstrogénicité sur levures (YES)	Levure de boulanger (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	Effet œstrogénique par fixation sur les récepteurs
Panel de tests Calux (ER, AR, GR, PR)	Lignées de cellules humaines	Action sur les récepteurs de diverses hormones (œstrogènes, androgènes, glucocorticoïdes, progestérone)
PPARg1 Calux	Lignée de cellules humaines	Action sur des substances influençant le métabolisme lipidique
Test de stéroïdogénèse sur lignée H295R	Lignée de cellules humaines	Action sur la synthèse des hormones stéroïdiennes
Test Micronucleus	Lignée de cellules de hamster	Génotoxicité (formation de micronuclei indicatrice d'altérations de l'ADN)
UmuC-test	Bactéries (<i>Salmonella typhimurium</i>)	Génotoxicité
Test d'Ames	<i>Salmonella typhimurium</i>	Effet mutagène
Test algues combiné	Algue verte (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	Action herbicide par inhibition de la photosynthèse, inhibition de croissance (toxicité générale)
Tests in vivo		
Test de bioluminescence	Bactéries (<i>Vibrio fischeri</i>)	Inhibition de la bioluminescence
Tests de croissance	Algue verte (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>), lentille d'eau (<i>Lemna minor</i>)	Inhibition de croissance
Test de reprotoxicité chronique sur daphnie	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Inhibition de la reproduction, augmentation de la mortalité
Test Amphipodes	Gammare (<i>Gammarus fossarum</i>)	Baisse du taux d'alimentation, augmentation de la mortalité
Test de reprotoxicité sur <i>Lumbriculus variegatus</i>	Ver d'eau douce (<i>Lumbriculus variegatus</i>)	Inhibition de la reproduction, réduction de la biomasse
Test de reproduction sur <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Gastéropode aquatique (<i>Potamopyrgus antipodarum</i>)	Inhibition de la reproduction, augmentation de la mortalité
Test sur œufs de poissons	Poisson zèbre (<i>Danio rerio</i>)	Augmentation de la mortalité
Fish early life stage test (FELST)	Truite arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Réduction du taux d'éclosion, augmentation de la mortalité malformations, anomalies comportementales, inhibition de croissance, production de vitellogénine

mation de sous-produits toxiques. Les chercheurs n'ont constaté aucune altération ou mutation d'ordre génétique.

Les tests *in vivo* sur le ver d'eau douce ont révélé une perte de biomasse après l'ozonation chez les sujets exposés mais cet effet n'était plus observable après la filtration sur sable. Cette perte de biomasse pourrait être due à la formation lors de l'ozonation de produits de transformation labiles ayant un effet dépresseur sur la croissance des vers. Ces métabolites étaient cependant ensuite retenus par la filtration sur sable. Ces observations montrent toute l'importance de faire suivre l'ozonation d'une étape de filtration biologique pour réduire les risques liés à ces sous-produits. Les tests *in vivo* sur truite arc-en-ciel font état d'une baisse de toxicité suite à l'ozonation et au traitement au charbon actif suivi d'ultrafiltration se traduisant par des taux de survie et d'éclosion plus élevés et un poids des embryons plus important que chez les poissons exposés à des effluents prélevés juste après le traitement biologique. Les résultats des autres tests *in vivo* n'étaient pas homogènes. Dans la plupart d'entre eux, la toxicité chutait après le traitement biologique mais aucun des traitements complémentaires ne provoquait de réduction supplémentaire de la faible toxicité résiduelle. Toutefois, aucun des tests *in vivo* n'indiquait après l'ozonation d'augmentation significative de toxicité qui aurait pu être causée par la formation de sous-produits toxiques stables.

Les tests *in vitro* conviennent bien à l'évaluation

La comparaison des différents essais biologiques mis en œuvre montre qu'aucun d'entre eux ne peut être utilisé isolément pour éva-

luer l'ensemble de la toxicité des échantillons d'effluent. Par contre, la combinaison de plusieurs bioessais s'avère efficace. Dans l'étude pilote menée à la STEP de Vidy, les biotests *in vitro* portant sur des mécanismes cellulaires spécifiques se sont montrés plus prometteurs et mieux adaptés que les tests *in vivo* à l'évaluation et au contrôle de l'efficacité d'élimination des micropolluants dans les traitements classiques et avancés. Cette piste doit être suivie: il importe maintenant de procéder à une standardisation et une certification des méthodes pour assurer la comparabilité des résultats. Fort de son expérience pratique, le Centre Ecotox participe actuellement à la standardisation de certains tests au sein d'un groupe de travail international. Les tests *in vivo* sont fondamentalement plus difficiles à interpréter étant donné qu'ils font appel à des processus biologiques nécessairement complexes; ils engendrent d'autre part des coûts plus élevés. Leur utilité est cependant indiscutable pour l'étude des impacts sur les organismes pris dans leur globalité. Mais pour qu'ils puissent être intégrés dans les contrôles de routine, il est encore nécessaire de développer des tests adéquats avec des organismes hautement sensibles demandant un investissement raisonnable en termes de coûts et de travail.

Pour une description plus détaillée du projet, consulter le rapport disponible bientôt sur www.centreecotox.ch

Contact: Dr. Cornelia Kienle, cornelia.kienle@oekotoxzentrum.ch



Schéma d'évaluation pour les micropolluants issus de l'assainissement urbain

La contamination des milieux aquatiques par les micropolluants est actuellement un sujet de préoccupation majeur pour les politiques, l'exécutif fédéral et cantonal et la recherche environnementale. En collaboration avec l'Eawag, le Centre Ecotox a élaboré une stratégie d'appréciation de la qualité des eaux au vu des micropolluants. Le schéma d'évaluation se base sur les effets des micropolluants sur les organismes aquatiques et peut maintenant être appliqué et jugé par les cantons.

Ces dernières années, la présence de polluants traces organiques a été maintes fois constatée dans les eaux suisses à des concentrations susceptibles de nuire aux milieux et organismes aquatiques. Cette situation plaçait les acteurs de la protection des eaux devant un problème complexe étant donné qu'il n'existait pas de système permettant d'évaluer et de fortiori de réduire le degré de contamination des eaux par ces micropolluants. Le Centre Ecotox et l'Eawag ont maintenant comblé cette lacune et élaboré un schéma d'évaluation de la qualité des eaux pour ce type de pollution dans le cadre du projet «Stratégie MicroPoll» de l'Office fédéral de l'environnement.

Une grande diversité de micropolluants

Les substances agissant comme des micropolluants sont extrêmement variées: produits pharmaceutiques et phytopharmaceutiques, biocides, parfums, peintures, colles etc. Leurs domaines d'application le sont tout autant: usages domestiques, agriculture, bâtiment, transports... Certains de ces composés sont mal éliminés dans les stations d'épuration et sont rejetés dans le milieu naturel avec les effluents traités, ce qui est d'autant plus préoccupant que leur degré de dilution dans l'exutoire est faible. Ils y manifestent en effet la même activité que celle pour laquelle ils ont été conçus – mais sur des organismes non cibles: les pesticides élaborés pour détruire les mauvaises herbes inhibent la photosynthèse des algues, les insecticides neurotoxiques attaquent le système nerveux des animaux aquatiques et les hormones et substances apparentées de la pilule contraceptive ou

des plastiques perturbent la reproduction des poissons. D'autre part, les micropolluants peuvent avoir un impact plus subtil sur les organismes en perturbant leur comportement ou leur système immunitaire.

En Suisse, nous utilisons chaque année des milliers de produits chimiques qui sont en partie déversés dans les lacs et cours d'eau sans que nous puissions tous les détecter. Toutefois, diverses campagnes de mesure ont montré que, abstraction faite des pollutions locales particulières, l'éventail de micropolluants présents dans les eaux usées était sensiblement le même dans toute la Suisse. Partant de cette constatation, il semble donc possible d'apprécier la qualité des eaux à partir d'un nombre limité de micropolluants spécifiques. Le département de Chimie de l'environnement de l'Eawag a sélectionné parmi les substances susceptibles de se disperser dans le compartiment aquatique une liste de 47 composés représentatifs de la contamination des eaux suisses par les micropolluants présents dans les effluents urbains. Cette sélection effectuée sur la base de résultats de mesures et de données toxicologiques comprend des médicaments, des biocides et des perturbateurs endocriniens tout en tenant compte d'autres familles de substances comme les produits industriels.

Des exigences de qualité de l'eau basées sur des critères écotoxicologiques

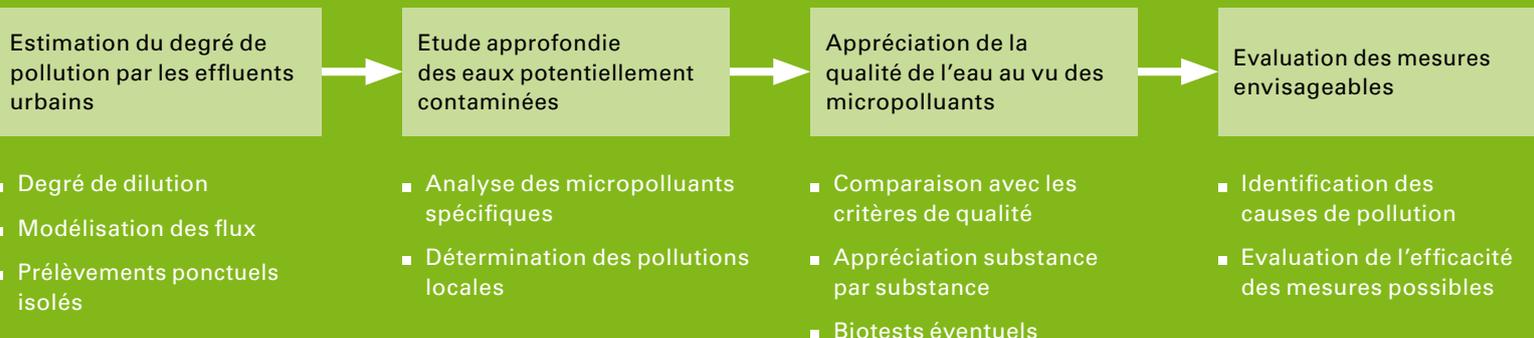
Pour évaluer l'écotoxicité liée aux substances présentes, le Centre Ecotox a tout d'abord élaboré des critères de qualité ou normes de qualité environnementale (NQE),

c'est à dire des seuils de concentration ne devant pas être dépassés pour que l'environnement aquatique ne subisse pas d'impacts nocifs. Ces seuils ont été déterminés à partir des données de toxicité chronique et aiguë obtenues sur des algues, des invertébrés et des poissons. Pour leur détermination, la méthode de dérivation des normes de qualité environnementale actuellement préconisée par la Commission européenne pour la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau a été utilisée. Toutes les NQE proposées sont présentées sur www.oekotoxzentrum.ch/qualitaetskriterien/index_FR. Les critères de qualité chroniques exprimés en moyenne annuelle sont les mieux adaptés à la surveillance de la qualité des eaux étant donné que la plupart des micropolluants se déversent en continu dans le milieu aquatique avec les effluents d'épuration. Ces seuils d'écotoxicité chronique visent à protéger les organismes aquatiques des impacts d'une contamination de longue durée. Jusqu'à présent, la législation suisse n'impose pas de critères de qualité pour les micropolluants à la seule exception des pesticides organiques pour lesquels l'ordonnance sur la protection des eaux définit un seuil unique de 0,1 g/l ne reposant cependant sur aucune base écotoxicologique.

Un schéma d'évaluation en plusieurs étapes

La stratégie proposée pour l'appréciation de la qualité de l'eau comporte quatre étapes (cf. figure). Dans un premier temps, les lacs et cours d'eau potentiellement contaminés sont déterminés à partir d'une estimation du degré de dilution des effluents d'épuration.

Principe du schéma d'évaluation



Une modélisation des flux pour certains micropolluants et l'analyse indicative d'échantillons ponctuels peuvent aider à cerner le degré de menace des eaux. Dans une deuxième étape, les systèmes potentiellement contaminés sont soumis à une étude plus approfondie. Celle-ci comporte notamment l'identification de pollutions locales à prendre en compte en plus des micropolluants spécifiques sélectionnés pour la Suisse. Des campagnes de mesure sont alors menées pour caractériser la pollution de base par les micropolluants – les méthodes de prélèvement et d'analyse chimique à utiliser sont également exposées dans le guide.

Dans un troisième temps, la gravité de la pollution mesurée est évaluée selon des critères écotoxicologiques en comparant les concentrations individuelles mesurées aux normes de qualité environnementale correspondantes. Si pour un composé donné, la concentration environnementale dépasse la norme de qualité, le risque pour les communautés aquatiques est jugé non tolérable

(cf. tableau). Comme dans le système modulaire gradué, la qualité de l'eau peut être répartie en cinq classes d'état allant de «très bon» à «mauvais» selon le rapport entre la concentration environnementale et le critère de qualité. Le Centre Ecotox recommande en complément la réalisation d'essais biologiques pour une évaluation générale du potentiel de perturbation endocrinienne de l'eau. La dernière étape consiste ensuite en une identification des causes et sources de pollution suivie de la définition et de l'évaluation de mesures correctives.

Des méthodes importantes pour l'appréciation de la qualité des eaux

Le schéma d'évaluation proposé permet l'identification sans équivoque des tronçons de cours d'eau contenant des micropolluants à des concentrations susceptibles de produire des effets toxiques pour l'environnement – et donc de ceux pour lesquels l'élimination des micropolluants doit être améliorée au niveau des stations d'épuration pour assurer la protection des écosystèmes.

La méthode proposée, élaborée sur des bases scientifiques solides en adéquation avec les recommandations de la directive cadre européenne sur l'eau, peut démontrer la nécessité de ces améliorations techniques et permet d'en contrôler l'efficacité. Comme les modules du système modulaire gradué, le schéma d'évaluation doit être mis en œuvre et jaugé par les cantons. De cette façon, la Suisse se munira d'une aide à l'exécution efficace pour l'appréciation de l'état de pollution des eaux par les composés traces organiques venant de l'assainissement urbain.

Une description plus détaillée du système d'évaluation est disponible à l'adresse www.centreecotox.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/doc/Bericht_Beurteilungskonzept.pdf

Contact: Robert Kase,
robert.kase@oekotoxzentrum.ch

Appréciation de la qualité des eaux sur des bases écotoxicologiques au vu de leurs teneurs en micropolluants issus de l'assainissement urbain. Classification inspirée du module Nutriments du système modulaire gradué de l'OFEV.

Appréciation ¹	Condition/Description		Respect du critère de qualité (CQC)
Très bon	La concentration environnementale (EC) est 100 fois inférieure à l'objectif de qualité (CQC)	$EC < 0.01 \times CQC$	CQC respecté
	La concentration environnementale (EC) est supérieure ou égale au centième de l'objectif de qualité mais inférieure à un dixième de ce seuil (CQC)	$0.01 \times CQC \leq EC < 0.1 \times CQC$	
Bon	La concentration environnementale (EC) est supérieure ou égale au dixième de l'objectif de qualité mais inférieure à ce seuil (CQC)	$0.1 \times CQC \leq EC < CQC$	
Moyen	La concentration environnementale (EC) est supérieure ou égale à l'objectif de qualité mais inférieure au double de ce seuil (CQC)	$CQC \leq EC < 2 \times CQC$	CQC non respecté (dépassement du seuil)
Médiocre	La concentration environnementale (EC) est supérieure ou égale au double de l'objectif de qualité mais inférieure à dix fois ce seuil (CQC)	$2 \times CQC \leq EC < 10 \times CQC$	
Mauvais	La concentration environnementale (EC) est supérieure ou égale à dix fois l'objectif de qualité (CQC)	$EC \geq 10 \times CQC$	

¹ L'appréciation de l'état chimique se base seulement sur des critères de qualité définis sur la base des effets écotoxicologiques des substances.



Des perturbateurs endocriniens dans les eaux minérales en bouteille?

Des chercheurs allemands et italiens avaient récemment signalé la présence fréquente de substances à activité œstrogénique dans les eaux en bouteille. Une étude du Centre Ecotox et de l'Office fédéral de la santé publique vient maintenant lever l'alerte pour la Suisse: aucune des eaux minérales testées ne présentait de concentrations préoccupantes de substances œstrogéniques.

L'être humain a besoin d'apports quotidiens d'eau pour rester en bonne santé. Les eaux minérales semblaient constituer le choix idéal jusqu'à ce que deux études récentes viennent jeter le discrédit sur les boissons en bouteille. Indépendamment l'une de l'autre, deux équipes de chercheurs allemands et italiens révélèrent en effet avoir détecté une forte activité œstrogénique dans certaines eaux en bouteille; ces eaux renfermaient donc des substances agissant à la manière de l'hormone sexuelle féminine œstradiol.

Etudes inquiétantes

Les deux équipes avaient cherché à savoir à l'aide de bioessais si les eaux minérales en bouteille renfermaient des substances à activité œstrogénique. Dans l'étude allemande, la majorité des eaux conditionnées dans des bouteilles plastiques en polyéthylène téréphtalate (PET) en contenaient des quantités considérables – en moyenne 18 nanogrammes d'équivalent 17-œstradiol (EEQ) par litre. Cette valeur signifie que les substances présentes dans l'eau avaient une activité œstrogénique équivalente à 18 nanogrammes par litre de l'hormone œstradiol. De telles activités sont habituellement mesurées dans les eaux usées traitées. De plus, le problème ne se limitait pas aux conditionnements en PET: un tiers des eaux minérales en bouteille de verre renfermaient également des perturbateurs endocriniens. Dans l'étude italienne, une eau minérale testée sur dix présentait des teneurs préoccupantes en œstrogènes.

Aucune des deux études n'indiquait par contre la nature des polluants à l'origine de l'activité œstrogénique constatée. Les substances responsables peuvent ainsi avoir été libérées par les emballages (bouteilles en PET ou en verre, bouchons en polyéthylène), provenir d'une pollution de l'eau à la source ou résulter de souillures lors de la mise en bouteille ou encore lors de la manipulation des échantillons.

Et l'eau minérale en Suisse?

Alarmés, les responsables suisses se sont également interrogés sur l'innocuité pour la santé de la consommation des eaux minérales, notamment en bouteilles PET. Pour répondre à cette question, le Centre Ecotox a étudié sur mandat de l'Office fédéral de la santé publique l'activité œstrogénique de 31 eaux minérales fréquemment vendues en Suisse aussi bien en conditionnement PET qu'en bouteille de verre.

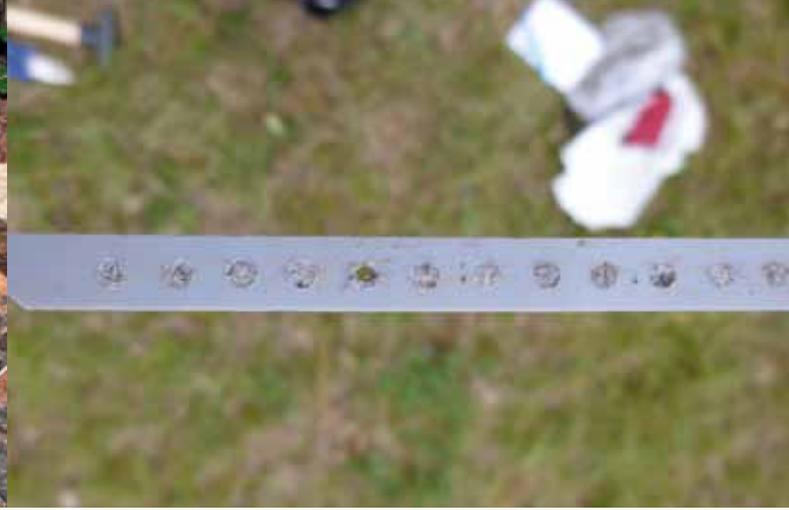
Les échantillons d'eau ont été étudiés au moyen de l'essai ER-Calux qui permet de détecter la fixation des substances à activité œstrogénique aux récepteurs des œstrogènes dans une lignée cellulaire humaine.

Dans 15 des eaux minérales testées, une activité œstrogénique extrêmement faible a été décelée – en moyenne 5,1 picogramme d'EEQ par litre. Cette valeur se situe juste au dessus de la limite de quantification du test, qui est de 3,6 picogrammes d'EEQ par litre, et se trouve donc être en moyenne de 1900 à 3500 fois plus faible que celles mesurées dans les études allemande et italienne. Dans tous les autres échantillons d'eau minérale et de témoin, l'activité œstrogénique se situait en dessous du seuil de détection. Aucune influence de la nature de l'emballage ou de la teneur en gaz carbonique de l'eau n'a été constatée.

Les concentrations en substances à activité œstrogénique contenues dans les eaux minérales en bouteille analysées dans cette étude ne représentent donc aucun danger pour la santé des consommateurs. D'autres denrées alimentaires telles que le lait, les produits à base de soja, la bière et le vin renferment des œstrogènes naturels à des teneurs nettement supérieures. Les fortes concentrations en substances œstrogéniques mises en évidence dans l'étude allemande déjà citée n'ont par ailleurs pas été confirmées: deux nouvelles études font état dans les eaux minérales de ce pays de teneurs comparables à celles de la Suisse.

Une description plus détaillée de l'étude est présentée dans le bulletin 14/11 de l'Office fédéral de la santé publique disponible à l'adresse www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04858/04864/11755/index.html?lang=fr

Contact : Petra Kunz, petra.kunz@oekotoxzentrum.ch



Test bait-lamina: un auxiliaire de valeur pour la protection des sols

Les tests d'écotoxicité sont de bons instruments pour la protection des sols mais les méthodes simples et pratiques font encore grandement défaut sur le terrain. Le test bait-lamina pourrait apporter une solution – le Centre Ecotox expose ses premières résultats sur le sujet.

Le sol est l'une de nos ressources les plus précieuses. Notre existence dépend directement de son bon fonctionnement. Et ce bon fonctionnement – qui se traduit notamment par sa fertilité – dépend à son tour de la bonne santé de sa faune. Le degré de pollution des sols est aujourd'hui évalué par analyse chimique au vu des concentrations de polluants tels que les métaux lourds ou les polychlorobiphényles. Mais seuls les essais biologiques d'écotoxicité sont en mesure d'évaluer l'impact des polluants présents sur les organismes du sol. De plus, ces tests livrent souvent des informations précieuses sur les interactions entre polluants et sur la biodisponibilité des substances.

Il n'existe pas encore en Suisse de bioessais recommandés pour l'étude des échantillons de sol. Les tests certifiés sur organismes de laboratoire tels que les lombrics ou les collemboles sont extrêmement longs et mal adaptés à l'évaluation des échantillons environnementaux. Le test bait-lamina, un test fonctionnel qui mesure de façon non spécifique la dégradation de la matière organique dans le sol, pourrait constituer une alternative intéressante. Pour sa réalisation, des bandes de PVC perforées contenant un appât sont placées dans le sol pour une mesure ultérieure de l'activité alimentaire globale des organismes édaphiques tels que les lombrics, collemboles et autres acariens. Plus la faune est riche, plus l'activité alimentaire est importante. Le test présente l'avantage d'être simple et de permettre une estimation directe de la qualité du sol sur le terrain.

Les installations de tir sur la sellette

Le Centre Ecotox a testé les possibilités d'utilisation du test bait-lamina le long d'un gradient de métaux lourds sur le site d'une installation de tir en association avec la Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW). Les chercheurs ont exposé des bandes d'appât pendant 46 jours sur quatre sites présentant différents taux de plomb dans le sol et ont étudié l'existence d'une corrélation entre l'activité alimentaire et la teneur en métaux lourds. De nombreux paramètres pédologiques tels que le pH ou le taux d'humidité ont d'autre part été mesurés en parallèle. Bien que le sol renferme jusqu'à 2900 mg de plomb par kg de matière sèche, aucune baisse significative de l'activité alimentaire moyenne de la faune n'a pu être constatée sur les sites étudiés. Ceci pourrait s'expliquer par les faibles quantités de plomb dissous – et donc biodisponible – susceptibles d'être présentes étant donné le pH, la capacité d'échange cationique et la nature du sol, soit à peine 0,270 mg/kg de matière sèche.

Au début de l'essai, l'activité alimentaire de la faune édaphique était particulièrement faible, ce qui était probablement lié à la faible humidité du sol; ce n'est que vers la fin de l'essai que des pluies régulières la firent remonter. Une partie des organismes du sol avait probablement fui devant le risque de dessèchement ou avait temporairement adopté une forme de résistance. L'activité alimentaire des organismes du sol n'est pas uniquement influencée par la présence de toxiques mais par de nombreux autres facteurs. Une caractérisation concomitante

des propriétés du sol est donc indispensable à l'interprétabilité des résultats.

Test bait-lamina en future?

Cette étude montre que la contamination des sols par le plomb relevée au niveau des installations de tir à des niveaux justifiant un assainissement des sites n'induit pas nécessairement de réduction de l'activité alimentaire moyenne de la faune édaphique. Bien que dans cet essai le test bait-lamina n'ait pas mis en évidence d'effet toxique significatif des métaux lourds, le Centre Ecotox juge pertinent de l'utiliser pour la surveillance de la qualité des sols. En effet, le suivi d'un site à partir de répétitions du test permet de faire l'économie de maintes analyses chimiques tout en livrant des conclusions exploitables. Le test bait-lamina est relativement rapide, facile à réaliser et peu onéreux. Le Centre Ecotox étudie actuellement l'influence de la température et de l'humidité du sol sur l'activité alimentaire et contrôle les échantillons de l'installation de tir à l'aide d'un test de reproduction sur collemboles. L'objectif est l'élaboration d'un protocole uniforme pour le test bait-lamina. La Suisse ne dispose pas encore d'un tel outil, pourtant indispensable à une utilisation de routine de ce test dans les contrôles destinés à la protection des sols.

Contact: Sophie Campiche,
sophie.campiche@oekotoxzentrum.ch

Les brèves du Centre Ecotox



Comment les méthodes culturales agissent-elles sur la santé des sols ?

Dans le domaine agricole, les applications de fertilisants et de produits phytosanitaires varient selon les méthodes culturales utilisées. Le Centre Ecotox étudie l'influence des méthodes de culture sur l'activité biologique des sols. A l'aide du test bait-lamina (p. 11), les chercheurs observent comment l'activité alimentaire des groupes faunistiques du sol comme les vers de terre, les nématodes et les collemboles varie selon la nature des engrais et produits phytosanitaires appliqués dans les champs. Le projet est réalisé en partenariat avec le Service de la protection des sols du canton de Berne et la Haute école zurichoise des sciences appliquées.

Contact : Sophie Campiche,
sophie.campiche@oekotoxzentrum.ch

Du nouveau sur notre site

Nous souhaitons accroître l'utilité de notre site Internet pour vos activités professionnelles. C'est pourquoi nous l'avons complété d'une liste de liens utiles www.centreecotox.ch/links/index_FR qui vous donnent accès à de nombreuses bases de données sur l'écotoxicité des substances chimiques. Il comprend d'autre part une nouvelle rubrique consacrée aux propositions de normes de qualité environnementales ou critères de qualité émises pour les composés traces organiques, www.centreecotox.ch/qualitaetskriterien/index_FR. La liste des substances disposant d'une proposition de NQE est régulièrement actualisée et complétée des nouvelles valeurs déterminées. Souhaitez-vous être informé des actualisations de cette page ? Il vous suffit pour cela de contacter notre chargée de communication, Anke Schäfer : anke.schaefer@oekotoxzentrum.ch.



Comment les cantons évaluent-ils la qualité des sédiments ?

Pour pouvoir émettre des recommandations pertinentes pour la détermination de la toxicité des sédiments, le Centre Ecotox a mené une enquête auprès des services cantonaux pour connaître leurs stratégies d'analyse. La plupart des cantons procèdent eux-mêmes à une analyse chimique des sédiments. Les éléments le plus fréquemment dosés sont les métaux lourds, les polychlorobiphényles (PCB) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) pour lesquels l'Ordonnance sur les atteintes portées aux sols a défini des valeurs indicatives, seuils d'investigation et valeurs d'assainissement. Ces valeurs sont également utilisées par la plupart des cantons pour évaluer la qualité des sédiments, souvent en combinaison avec les objectifs de qualité définis par la Commission internationale pour la protection du Rhin (CIPR). Ces deux types de seuils ne s'appuient cependant que sur très peu de critères écotoxicologiques. Jusqu'à présent, très peu de cantons utilisent des méthodes biologiques pour étudier directement l'impact des sédiments contaminés sur les organismes. Les cantons souhaitent en premier lieu disposer de critères de qualité écotoxicologiques pour la définition in situ des classes de qualité des sédiments. Ils déplorent le manque d'harmonisation dans les techniques de prélèvement et de préparation des échantillons. Le Centre Ecotox traite actuellement ces deux aspects dans un travail d'élaboration de recommandations méthodologiques pour l'analyse et l'évaluation des sédiments en Suisse.

Contact : Rébecca Flück, rebecca.flueck@oekotoxzentrum.ch
Sophie Campiche, sophie.campiche@oekotoxzentrum.ch



Un premier pas vers la certification d'un biotest pour les perturbateurs endocriniens

Les perturbateurs endocriniens sont difficiles à détecter par les méthodes d'analyse chimique étant donné qu'ils appartiennent à différentes classes de substances et que leurs effets s'influencent mutuellement. Il n'existe pourtant pas encore de test biologique certifié pour la mise en évidence des activités de type hormonal dans l'environnement. Pour pallier ce manque, le Centre Ecotox s'est impliqué dans la création d'un nouveau cercle de travail de l'Institut allemand de normalisation (DIN) sur les effets de type hormonal et les xénohormones. Son objectif est la détermination des biotests les mieux adaptés pour les analyses de routine des effets hormonaux et finalement l'obtention d'une certification ISO pour ces tests. Dans une première étape, les différents tests envisageables seront soumis à des essais d'intercomparaison. Le cercle de travail est placé sous la tutelle de l'Institut fédéral allemand d'hydrologie.

Contact: Petra Kunz, petra.kunz@oekotoxzentrum.ch
Tamas Mengesha, tamas.mengesha@oekotoxzentrum.ch



Cours d'introduction à l'écotoxicologie

Les 5 et 6 mai 2011, un cours d'introduction à l'écotoxicologie a été dispensé, proposant un aperçu du comportement et du devenir des polluants dans l'environnement avant d'aborder la question de leur impact sur les écosystèmes et de présenter différents systèmes de tests. Il a ensuite traité du problème de l'évaluation du risque et des aspects législatifs et réglementaires la concernant. Dans une partie pratique, les participants ont visité un laboratoire d'écotoxicologie aquatique où ils ont pu observer quelques tests et organismes spécifiques. Cette année, le cours a été donné en allemand à Dübendorf; il sera à nouveau proposé en français l'année prochaine et se tiendra les 28 et 29 mars 2012 à Lausanne.

www.centreecotox.ch/weiterbildung/index_FR



Validation de méthodes d'échantillonnage et d'évaluation innovantes

Avant que de nouvelles méthodes de prélèvement et d'évaluation puissent être utilisées dans la pratique, il faut que leur fiabilité et leur reproductibilité soient vérifiées dans des essais interlaboratoires de grande envergure. En plus de son implication dans le projet de certification ISO de biotests pour les perturbateurs endocriniens (voir plus haut), le Centre Ecotox participe aux essais croisés suivants :

- En partenariat avec l'Université du Queensland (AU), l'Université Griffith (AU) et l'Université d'Arizona (USA), le Centre Ecotox compare différents tests pour la détermination de la qualité de l'eau. Parmi les systèmes testés figurent le test d'inhibition de la bioluminescence bactérienne, le test algues combiné sur algues vertes et le test d'œstrogénicité sur levure (YES).
- Le réseau Norman (Network of reference laboratories and related organisations for monitoring and bio-monitoring of emerging environmental pollutants, www.norman-network.net) compare notamment l'efficacité de différentes techniques d'échantillonnage passif. Le Centre Ecotox analyse les teneurs en substances œstrogéniques des extraits de différents échantillonneurs passifs. Ces dispositifs concentrent les polluants dans un système interne de piégeage, ce qui est particulièrement intéressant pour les substances œstrogéniques souvent actives à des concentrations ne pouvant pas encore être détectées, par analyse chimique classique, dans les échantillons ponctuels.



Nouveau cours de formation continue sur les perturbateurs endocriniens

Des polluants traces organiques provenant des applications les plus variées transitent par les stations d'épuration avant de se déverser dans le milieu aquatique où ils peuvent porter atteinte aux organismes aquatiques et finalement aux écosystèmes. Le Centre Ecotox organise les 29 et 30 septembre 2011 un cours de formation continue sur le problème des micropolluants et en particulier des perturbateurs endocriniens dans le milieu aquatique. Ce cours propose une présentation des résultats de différents projets menés par le Centre Ecotox, généralement en collaboration avec l'Office fédéral de l'environnement (MicroPoll etc.), puis une discussion-débat sur les enjeux et implications du problème notamment en matière de recherche et d'actions de lutte. Un programme détaillé sera prochainement disponible sur Internet.

www.centreecotox.ch/weiterbildung/2011/index_FR

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.

La plupart des plastiques libèrent des substances œstrogéniques

Presque tous les plastiques libèrent des œstrogènes ou substances apparentées, même s'ils ne renferment pas de bisphénol A. Des scientifiques ont testé 450 produits typiques en plastique dans un essai biologique qui a révélé une activité œstrogénique chez 70 % d'entre eux. Sous l'effet de stress abiotiques simulés (rayonnement UV, four à micro-ondes, ...), cette proportion atteignait 95 %. Les chercheurs estiment cependant qu'il est tout à fait possible de créer des plastiques abordables ne libérant pas de substances œstrogéniques.

Yang C.Z., Yaniger S.I., Jordan V.C., Klein D.J., Bittner G.D. (2011) Most Plastic Products Release Estrogenic Chemicals: A Potential Health Problem That Can Be Solved. *Environ. Health Perspect.* doi:10.1289/ehp.1003220

L'EPA élargit le programme d'évaluation de l'activité hormonale des substances

L'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) exige maintenant des fabricants qu'ils évaluent l'activité hormonale de 134 substances chimiques en plus des 67 déjà prévues par son programme d'évaluation. Les substances présentant une telle activité perturbent en effet chez l'homme et l'animal le système hormonal qui contrôle la croissance, le métabolisme et la reproduction. L'EPA mène le plus grand programme au monde d'identification des perturbateurs endocriniens. L'Europe ne dispose pas encore de tests certifiés pour ces substances; un petit nombre de composés sont testés dans le cadre du règlement REACH.

www.epa.gov/endo

Les effluents d'épuration stressent les truites

Certains polluants sont mal éliminés par les traitements d'épuration classiques. Une nouvelle étude montre que les effluents déversés par les stations d'épuration provoquent chez la truite arc-en-ciel un stress pouvant à long terme menacer la vitalité des populations. Les poissons vivant en milieu fluvial dans des effluents d'épuration purs ou dilués présentaient en effet des teneurs accrues de cortisone et de glucose dans le plasma sanguin; l'expression de 27 gènes indicateurs de stress était significativement modifiée. Les poissons augmentaient leurs besoins énergétiques, compromettant à long terme leur santé, leur capacité de reproduction et leurs défenses immunitaires.

Ings, J.S., Servos, M.R., Vijayan, M.M. (2011) Hepatic Transcriptomics and Protein Expression in Rainbow Trout Exposed to Municipal Wastewater Effluent. *Environ. Sci. Technol.* 45, 2368–2376

Le génome de la daphnie: une révolution pour les biotests?

Les daphnies sont des modèles importants pour les études écologiques. Des chercheurs sont maintenant parvenus à décrypter le

génom de *Daphnia pulex* et ont découvert que l'expression des gènes de daphnie, c'est-à-dire leur transcription en ARNm puis en protéines, variait très fortement en fonction des conditions environnementales. Il est donc possible d'utiliser les profils d'expression de gènes spécifiques pour détecter la présence de polluants. Une telle approche, rapide et économique, permettrait d'éviter les essais sur animaux plus développés. Mais les chercheurs doivent tout d'abord créer une base de données de référence qui relie les effets toxiques spécifiques aux profils d'expression des gènes de daphnie.

Colbourne, J.K., et al. (2011) The Ecoresponsive Genome of *Daphnia pulex*. *Science*, 331, 555-561

Les nanoparticules s'accumulent dans la chaîne alimentaire

Les nanoparticules sont utilisées dans de plus en plus de produits manufacturés allant des vêtements aux peintures et revêtements en passant par les panneaux solaires. Or leur impact environnemental est encore mal connu. De nouvelles études montrent que les nanoparticules peuvent s'accumuler le long de la chaîne alimentaire en se concentrant d'un maillon à l'autre. Ainsi, les concentrations de particules d'or retrouvées dans l'intestin de chenilles de sphinx du tabac étaient 12 fois plus élevées que dans les feuilles de tabac qu'elles avaient consommées. Une telle bioaccumulation a également été observée pour les points quantiques de sélénide de cadmium: des concentrations 5 fois plus élevées ont été retrouvées dans le cilié *Tetrahymena thermophila* par rapport à la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* dont il se nourrit.

Judy, J.D., Unrine, J.M., Bertsch, P.M. (2011) Evidence for Biomagnification of Gold Nanoparticles within a Terrestrial Food Chain. *Environ. Sci. Technol.* 45, 776–781

Werlin, R., Priester, J.H., Mielke, R.E., Krämer, S., Jackson, S., Stojmenov, P.K., Stucky, G.D., Cherr, G.N., Orias, E., Holden, P.A. (2011) Biomagnification of cadmium selenide quantum dots in a simple experimental microbial food chain. *Nature Nanotechnology*, 6, 65–71

EuroEcoTox – un nouveau réseau européen visant un remplacement de l'expérimentation animale dans le domaine de l'écotoxicologie

Pour des raisons éthiques et économiques, il est important de trouver des alternatives à l'expérimentation animale dans le domaine écotoxicologique. L'objectif du nouveau réseau européen EUROECOTOX est de développer l'élaboration et l'utilisation de méthodes alternatives pour l'évaluation de l'écotoxicité des substances en Europe. Des chercheurs du Département de toxicologie de l'environnement de l'Eawag participent à ce projet. La première Conférence européenne sur l'avenir des méthodes alternatives d'analyse du risque écotoxicologique aura lieu en juin 2012 à l'Eawag.

www.euroecotox.eu

Impressum

Editeur: Centre ecotox

Eawag/EPFL

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 et textes non signés: Anke Schäfer, Centre Ecotox

Traductions: Laurence Frauenlob-Puech, D-Waldkirch

Copyright: Reproduction possible sous réserve de l'accord de la rédaction

Copyright des photos: Centre Ecotox, Jonas Margot (p. 7), Eawag (p.12)

Parution: deux fois par an

Maquette, graphisme et mise en page: visu'1 AG, Zurich

Impression: Mattenbach AG, Winterthur, Imprimé sur papier recyclé

Abonnements et changements d'adresse: Bienvenue à tout(e) nouvel(le)

abonné(e), info@oekotoxzentrum.ch