



centre ecotox news

1. édition octobre 2010

Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag-EPFL



Au service de l'écotoxicologie	3
Evaluation de bioessais pour les perturbateurs endocriniens	4
L'intérêt des méthodes bio-analytiques basées sur le mode d'action pour l'évaluation écotoxicologique	6
L'écotoxicologie des sols en Suisse – un entretien avec Sophie Campiche	8
Notre engagement pour la formation continue	9
Les brèves du Centre Ecotox	10
L'écotoxicologie dans le monde	12

Editorial



Plaque tournante pour l'écotoxicologie



Prof. Dr. Rik Eggen ; directeur adjoint de l'Eawag, membre du comité de direction stratégique, co-directeur du Centre Ecotox jusqu'en septembre 2010

Créé sur mandat du conseil des EPF, le Centre suisse d'écotoxicologie appliquée (Centre Ecotox) géré par l'Eawag et l'EPFL a été inauguré en octobre 2008. Les exigences auxquelles il devait répondre, formulées dans un arrêté du Conseil fédéral, étaient particulièrement élevées, de même que les attentes et le soutien au niveau de la pratique. Aujourd'hui, à peine deux ans plus tard, le Centre Ecotox est particulièrement actif grâce à l'énergie d'une équipe extrêmement motivée et hautement qualifiée qui lui permet de s'engager dans une grande diversité de projets, de proposer un vaste programme de formation continue et de se charger de multiples mandats d'expertise et ce, à un très haut niveau. L'équipe qui vous est présentée à la page 3 a accueilli au 1er septembre 2010 une nouvelle directrice en la personne du Dr Inge Werner.

Le Centre Ecotox traite maintenant une large palette de projets de recherche à finalité pratique en partenariat étroit avec de nombreux acteurs des milieux administratifs, industriels

et scientifiques. Dans ce cadre, il travaille d'une part à l'élaboration de systèmes et stratégies permettant une meilleure identification, évaluation et minimisation des risques liés aux produits chimiques. D'un autre côté, il procède à l'analyse de problèmes concrets pour tenter de leur apporter des solutions. Dans ce numéro, nous vous présentons une petite sélection de projets dans leur différent contexte (pages 4 à 8, 10 et 11).

Au delà de ses activités de recherche, le Centre Ecotox a également pour mission de garantir et d'assurer un enseignement à finalité pratique pour la formation et le perfectionnement professionnel dans le domaine de l'écotoxicologie. Le centre a ainsi déjà organisé de nombreux cours et séminaires qui, de l'avis des participants s'étant exprimés, ont été grandement appréciés. Un plan de formation et de perfectionnement professionnel a également été élaboré pour les prochaines années (page 9). Nous avons d'autre part conscience du fait que la frontière entre eau et sédiments, entre air et sol, entre homme et environnement est parfois bien arbitraire. C'est pourquoi nous nous efforçons d'aborder les problématiques de façon aussi globale que possible dans les projets et cours de formation continue que nous mettons en place. Le partenariat entre le Centre Ecotox et le Centre de toxicologie humaine appliquée (SCAHT), très activement entretenu par les deux organismes, illustre bien cet état d'esprit (page 9).

Le Centre Ecotox ne peut réellement mener à bien ses missions qu'en partenariat avec les administrations, l'industrie et les milieux

scientifiques. En tant que lieu d'échanges et de communication, il doit prendre en compte les demandes de la pratique et travailler avec les instituts de recherche et les hautes écoles pour étayer ses travaux sur le plan scientifique. Un workshop a été organisé cette année pour recueillir les attentes concrètes des professionnels dans le domaine de l'écotoxicologie. Les résultats de ce travail de consultation ont été intégrés dans la planification stratégique du centre (page 11). A cet endroit, je souhaiterais tout particulièrement citer les deux institutions qui parraient le Centre Ecotox, l'Eawag et l'EPFL. Grâce aux moyens de gestion et d'intendance, au savoir-faire et aux infrastructures qu'elles mettent à la disposition du centre, elles permettent une utilisation optimale des crédits consentis par le Conseil fédéral et le conseil des EPF.

Chers lecteurs et lectrices, la période de lancement et de construction du Centre Ecotox a été particulièrement intense même si – et c'est bien normal – elle ne s'est pas déroulée sans heurts. Par votre coopération et vos critiques constructives, vous avez grandement contribué à ce travail. Même si beaucoup reste à faire, c'est avec reconnaissance que je pense à tous ceux qui y ont participé, avec fierté que je considère ce que nous avons atteint et avec confiance que je me tourne vers l'avenir. Je me réjouis à l'idée des nouvelles rencontres qui nous attendent et des nombreux projets que nous allons pouvoir mener à bien.



Equipe du Centre Ecotox

Inge Werner	Direction du centre
Sophie Campiche	Ecotoxicologie des sols
Carolina Di Paolo	Ecotoxicologie aquatique
Rébecca Flück	Ecotoxicologie des sédiments
Caroline Gachet Aquillon	Responsable laboratoire Chimie
Emilie Grand	Responsable laboratoire Biologie
Nadzeza Homazava	Chimie analytique
Marion Junghans	Evaluation des risques
Robert Kase	Evaluation des risques
Cornelia Kienle	Ecotoxicologie aquatique
Petra Kunz	Ecotoxicologie aquatique
Tamas Mengesha	Responsable laboratoire Biologie
Isabel Perego	Administration et formation continue
Anke Schäfer	Communication

Au service de l'écotoxicologie

L'équipe du Centre Ecotox est maintenant dirigée par la biologiste Inge Werner. Ses activités se concentrent sur la recherche appliquée au service de la pratique, la formation continue, le conseil technique et l'expertise.

L'équipe du Centre Ecotox étudie et évalue l'impact des substances chimiques sur l'environnement et aide ainsi à minimiser les risques. Elle s'attache à rendre les résultats de recherche utilisables pour les applications pratiques et constitue à ce titre un partenaire très important pour les spécialistes sur le terrain, dans l'industrie et dans la recherche. L'équipe est composée de 14 personnes réparties sur les deux sites de Dübendorf et de Lausanne. Alors que l'antenne de Dübendorf s'occupe principalement d'écotoxicologie aquatique, celle de Lausanne s'intéresse en priorité au sol et aux sédiments. Depuis le 1er septembre 2010, le Centre Ecotox est dirigé par la biologiste Inge Werner, forte d'une solide expérience acquise au cours de plusieurs années passées à la tête de l'Aquatic Toxicology Laboratory de l'Université de Californie.

Evaluation, formation continue et conseil

Les activités pratiques du Centre Ecotox sont actuellement dominées par des projets d'évaluation des milieux aquatiques – Comment les tests d'écotoxicité peuvent-ils contribuer à minimiser les risques? Le Centre Ecotox s'intéresse en particulier aux perturbateurs endocriniens pour lesquels il recherche des systèmes d'évaluation adéquats. L'objectif est de pouvoir proposer des tests pratiques et efficaces aux services chargés de la protection des eaux (p. 4). Un autre axe de recherche se situe dans le domaine de l'évaluation des risques: le Centre Ecotox élabore des critères de qualité potentiels pour de nombreux micropolluants (p. 10). Il assure dans ce domaine une fonction de coordination et effectue la liaison entre les spécialistes à l'intérieur et à l'extérieur des administrations. D'autre part, le Centre Ecotox est également le centre de compétence de la Suisse en matière d'écotoxicologie des sols et des sédiments: il assure l'optimisation et la standardisation de multiples tests d'écotoxicité pour la protection des sols et l'analyse des sédiments (p. 8 et 11). En dehors des projets d'application pratique, le Centre Ecotox s'implique dans la formation continue et le conseil. Ses cours de formation continue familiarisent les spécialistes du terrain et de la recherche avec les dernières connaissances en matière d'écotoxicologie (p. 9). Le centre assure une fonction de conseil auprès de nombreuses administrations et s'implique dans divers comités spécialisés de l'OCDE et de l'UE. Il assure ainsi la transmission de ses connaissances et de son savoir faire au niveau national et international.



Deux questions à la nouvelle directrice du Centre Ecotox

Qu'est-ce qui vous intéresse tout particulièrement dans votre nouvelle fonction?

L'écotoxicologie est une science inconfortable. Elle met souvent à jour des problèmes environnementaux qui exigent

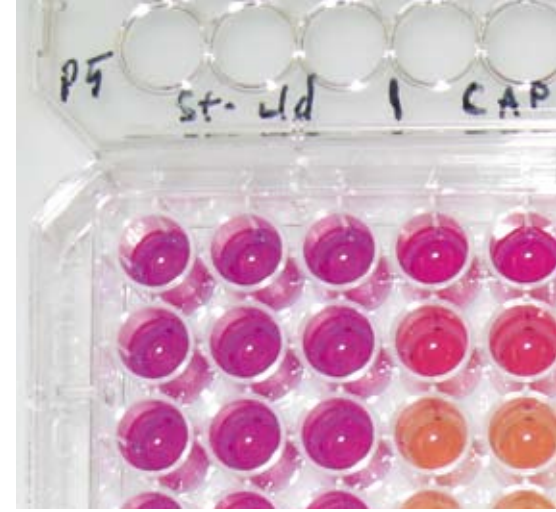
des mesures onéreuses et dont les solutions sont rarement simples. Je suis impressionnée par l'engagement dont la Suisse fait preuve en matière d'écotoxicologie et je suis très heureuse de pouvoir contribuer activement à son programme.

Quels sont les domaines scientifiques qui retiennent tout particulièrement votre attention?

Depuis mes études, je m'intéresse fortement aux effets subtils des substances chimiques sur les organismes, par exemple aux perturbations du système immunitaire, aux modifications comportementales et aux effets des substances hormonomimétiques. Je me suis spécialisée sur les effets des pesticides sur les espèces aquatiques, dont elles ne sont pas les organismes cibles. Je m'intéresse aussi bien à l'écotoxicologie appliquée qu'au développement de méthodes efficaces pour la bio-surveillance et la détection précoce des perturbations environnementales.

Info:

Le Dr Inge Werner est la nouvelle directrice du Centre Ecotox depuis le 1er septembre 2010. Elle occupait auparavant les fonctions de directrice de l'Aquatic Toxicology Laboratory et d'Adjunct Professor à la School of Veterinary Medicine de l'Université de Californie à Davis, USA. La zoologue y a effectué divers projets d'écotoxicologie aquatique en partenariat avec les services de l'Etat et l'administration locale.



Evaluation de bioessais pour les perturbateurs endocriniens

L'approche consistant à détecter les perturbateurs endocriniens à partir de leur mode d'action est très intéressante – mais les professionnels ne disposent pas encore de tests pratiques, efficaces et adaptés au terrain. Le Centre Ecotox souhaite pallier ce manque et réalise des études pour pouvoir proposer des tests adéquats pour la Suisse.

De plus en plus de poissons mâles sont affectés de féminisation et voient leurs capacités de reproduction fortement compromises. Les perturbateurs endocriniens, des substances chimiques mimétiques des hormones ou interférant avec le système hormonal des organismes, sont tenus pour responsables. Ces substances pouvant présenter des structures très diverses, leur mise en évidence par analyse chimique s'avère ardue. De plus, elles sont généralement présentes dans le milieu sous forme de mélanges dans lesquels leurs effets se cumulent et peuvent ainsi agir sur les organismes à des concentrations individuelles inférieures aux seuils de détection analytique. Pour les mettre en évidence, il est donc judicieux de se baser non seulement sur leur structure chimique mais aussi sur leur mode d'action toxique et/ou biologique en recourant à des bioessais – on parle alors d'approches bio-analytiques basées sur les mécanismes d'action.

Alors qu'une grande diversité de tests *in vitro* et *in vivo* sont couramment employés dans le recherche, ils ne sont généralement pas adaptés aux besoins des autorités d'exécution ou des laboratoires privés pour leurs analyses de routine du fait d'une trop grande complexité, d'un coût trop élevé ou d'une sensibilité insuffisante. Le Centre Ecotox souhaite mettre à la disposition des professionnels des instruments de prise de décision et proposer un système de tests pour l'étude des perturbateurs endocriniens applicable dans toute la Suisse. Dans un premier temps, le centre travaille à l'étude comparative et à l'optimisation de tests biologiques pour la détection des substances à activité hormonale dans le milieu aquatique dans le cadre de deux projets différents : un projet du module Ecotoxicologie du « système modulaire gradué suisse » et le projet « Stratégie MicroPoll ».

Une protection globale pour les cours d'eau

Le système modulaire gradué, un projet commun à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), au Centre Ecotox, à l'Eawag et aux cantons, élabore des éléments et étapes d'analyse complémentaires destinés à une étude et une appréciation standardisées des cours d'eau. La protection des cours d'eau suisses – habitats faunistiques et floristiques de premier ordre – est un élément central de la nouvelle Loi sur la protection des eaux de 1991. Or pour pouvoir pro-

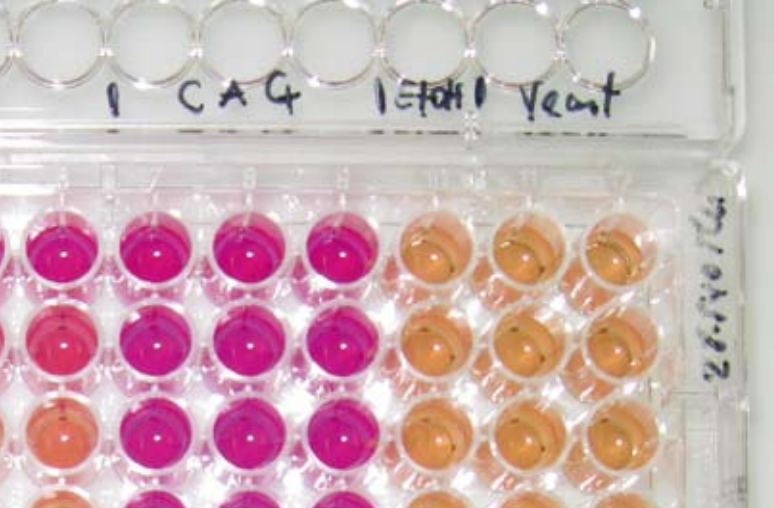
téger les rivières, il faut tout d'abord pouvoir en déterminer l'état. Le Centre Ecotox est chargé de proposer des tests d'écotoxicité standardisés pouvant être utilisés par les services cantonaux pour évaluer la qualité des cours d'eau dont ils ont la charge sur les sites critiques.

La première grande classe de substances choisie pour ces travaux est celle des perturbateurs endocriniens qui transitent principalement vers les cours d'eau à travers les stations d'épuration (STEP). Dans une campagne de mesures, des échantillons ont été prélevés dans de nombreuses STEP ainsi que dans leurs cours d'eau récepteurs en amont et en aval du point de rejet des effluents. Le Centre Ecotox analyse l'activité œstrogénique des échantillons à l'aide de trois tests *in vitro* différents : le test YES sur levures, l'ER-Calux et l'essai de stéroïdogénèse sur lignée cellulaire H295R (voir encadré). Il compare ensuite les résultats avec ceux de l'analyse chimique. Les résultats du projet seront publiés fin 2010.

Le problème des micropolluants

Les micropolluants provenant de produits d'entretien et d'hygiène corporelle, des médicaments ou des produits phytosanitaires constituent un défi pour la protection des eaux. Ils ne sont souvent que partiellement éliminés dans les STEP et se déversent à leur niveau dans les cours d'eau. Le projet de l'OFEV « Stratégie MicroPoll » cherche à déterminer si des traitements supplémentaires comme l'ozonation ou le charbon actif pourraient améliorer l'élimination. Dans un essai pilote mené à l'échelle industrielle à la station d'épuration de Vidy près de Lausanne, le Centre Ecotox procède à une évaluation écotoxicologique des échantillons d'eau en accordant une attention particulière aux effets d'ordre endocrinien. Par la même occasion, il estime si les tests utilisés sont adaptés à une utilisation de routine pour les suivis au niveau des stations d'épuration communales.

Le projet « MicroPoll » fait appel aux mêmes bioessais que le système modulaire gradué mais utilise en outre le test de reproduction sur le gastéropode *Potamopyrgus antipodarum* (voir encadré) et le test algues combiné sur l'algue verte unicellulaire *Pseudokirchneriella subcapitata* qui met en évidence un effet herbicide général. D'autre part, de nombreux autres tests sont utilisés par les autres



participants au projet pour obtenir une analyse complète des échantillons : ces tests doivent livrer une information sur l'impact des eaux évaluées sur les écosystèmes. Les résultats de la totalité des biotests employés dans tous les essais pilotes du projet sont recueillis par le Centre Ecotox qui procède à leur analyse comparative, leur synthèse et leur discussion. Le projet « Stratégie MicroPoll » devrait aboutir au milieu de l'année 2011.

Une stratégie de mesure des substances à activité œstrogénique pour la Suisse

Les enseignements tirés de l'utilisation des biotests dans les deux projets seront ensuite réunis et exploités de façon à émettre des propositions pour l'étude des perturbateurs endocriniens en Suisse. Le Centre Ecotox soumettra à l'OFEV une stratégie d'échantillonnage et d'évaluation qui, si elle comporte encore des tests non certifiés, constituera une solution transitoire. A moyen et long terme, il est prévu d'élaborer une stratégie pouvant s'appuyer sur des protocoles standard certifiés selon des normes internationales de type ISO, CEN ou OCDE. Ainsi, la qualité des eaux pourra être évaluée au niveau œstrogénique à l'aide d'un biotest in vitro qui sera prioritairement mis en œuvre sur les sites particulièrement pollués. D'autres effets et systèmes de tests viendront compléter cette stratégie ultérieurement. Au niveau international, le Centre Ecotox exerce une activité de conseil et d'expertise pour le programme de l'OCDE chargé d'élaborer dans le cadre européen les directives concernant les systèmes d'étude des perturbateurs endocriniens, l'Endocrine Disrupter Testing and Assessment (EDTA) Advisory Group.

Contacts : Dr Cornelia Kienle, cornelia.kienle@oekotoxzentrum.ch
Dr Petra Kunz, petra.kunz@oekotoxzentrum.ch

Bioessais pour la mise en évidence des substances à activité œstrogénique

Le test d'œstrogénicité sur levures (Yeast Estrogen Screen = YES) met en œuvre des cellules de levure génétiquement modifiées dans lesquelles la fixation des perturbateurs endocriniens au récepteur humain des œstrogènes a été couplée à une réaction colorimétrique.

Le test ER-Calux fait appel à une lignée de cellules humaines présentant des récepteurs des œstrogènes modifiés à l'aide d'un gène rapporteur luminescent. L'intensité de l'émission de lumière est proportionnelle à la quantité de substance liée au récepteur.

Le test YES et l'ER-Calux sont actuellement les tests les plus couramment utilisés pour les analyses de routine visant à évaluer l'activité œstrogénique des échantillons d'eau et d'effluents.

L'essai de stéroïdogénèse sur lignée cellulaire H295R fait appel à une lignée de cellules humaines exprimant la totalité des enzymes impliquées dans la stéroïdogénèse. Il est utilisé pour évaluer comment la synthèse de testostérone et de 17 β œstradiol est influencée par une substance donnée.

Le test de reproduction avec *Potamopyrgus antipodarum* (gastéropode) révèle la présence de substances à activité œstrogénique ou androgénique à travers le nombre d'embryons produits et le rapport d'embryons avec et sans coquille.

Bon à savoir

L'intérêt des méthodes bio-analytiques basées sur le mode d'action pour l'évaluation écotoxicologique

Petra Kunz et Kristin Schirmer

Les bioessais permettent de détecter la présence de substances nuisibles dans les échantillons environnementaux. Leur combinaison avec les méthodes de chimie analytique offre également de nouvelles possibilités pour l'identification de composés inconnus dans une solution.

Les polluants présents dans les milieux aquatiques et les sols perturbent les organismes qui y vivent et compromettent ainsi le bon fonctionnement des écosystèmes. Ils surviennent en général sous la forme de mélanges complexes qui rendent une analyse chimique, basée sur la mise en évidence de composés isolés, particulièrement ardue. L'effet des cocktails de substances sur les organismes est d'autre part difficilement appréhendable par une approche de chimie analytique. Situées à l'interface entre approche analytique et essais de toxicité sur les écosystèmes, les nouvelles méthodes bio-analytiques basées sur les mécanismes d'action offrent alors des possibilités intéressantes. Elles se basent en effet sur une étude en conditions standard des effets toxiques des polluants sur des organismes ou des modèles biologiques définis. Elles recourent pour cela à des biotests indiquant des réponses mesurables aux différents niveaux d'organisation des organismes.

Identification par le mécanisme d'action

Ces réponses peuvent être non spécifiques ou spécifiques d'une famille de substances. D'un côté, la nocivité d'un échantillon environnemental peut être déterminée en tant que somme des effets des substances qu'il contient sans que ces composés ne soient connus. C'est ainsi la démarche adoptée lorsque dans le cadre de la surveillance de la qualité des cours d'eau, on étudie la survie de poissons maintenus dans des aquariums contenant de l'eau des rivières contrôlées.

D'un autre côté, il existe également de tests basés sur des systèmes biologiques réagissant selon des mécanismes révélateurs de certains groupes de substances. Les tests faisant appel à des récepteurs spécifiques de substances à activité hormonale ou de composés dioxin-like en sont un bon exemple. Ces composés doivent en effet se fixer sur des récepteurs pour pouvoir agir. Dans ces tests, l'effet observé (fixation sur le récepteur) permet d'identifier le groupe de substances incriminées. La mesure porte sur le mécanisme d'action lui-même et ne s'étend pas nécessairement à l'effet de la substance sur l'organisme exposé. Ces tests sont en effet souvent réalisés avec des cellules de levure, de mammifère ou de poisson qui disposent naturellement des récepteurs intéressants ou qui en ont été pourvus artificiellement.

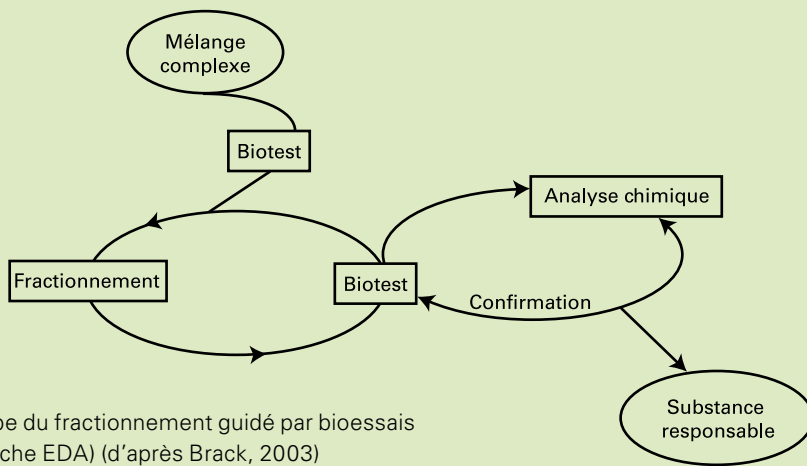
Les avantages des biotests

L'approche bio-analytique basée sur les mécanismes d'action présente de nombreux avantages. Ainsi, par exemple, les perturbateurs endocriniens sont souvent présents dans les stations d'épuration à des concentrations trop faibles pour être détectés individuellement avec les méthodes classiques d'analyse chimique. Or, étant donné l'additivité fréquente des effets de ces substances dans les mélanges, leur effet cumulé peut être détecté par les tests visant le mode d'action [1]. Dans le cadre d'analyses chimiques de routine portant sur des substances prioritaires, la réalisation complémentaire

de tels tests biologiques peut indiquer la présence de polluants non encore dosés et de leur action nocive. Ainsi, sur le site d'une usine de production de benzène, l'étendue de la contamination de la nappe phréatique avait été évaluée par des dosages de benzène dans l'eau. Des études parallèles effectuées avec un système biologique (cellules hépatiques de poisson) capable de mettre en évidence les composés dioxin-like ont toutefois montré que la contamination était beaucoup plus étendue que ce qu'indiquait l'analyse du seul benzène. Il s'est avéré que le site était contaminé non seulement par des résidus de benzène mais aussi par des substances dioxin-like [2]. Les méthodes analytiques basées sur les mécanismes d'action peuvent donc contribuer à éviter une surestimation ou une sous-estimation du danger réel. Grâce ce type d'approche, il est possible d'estimer rapidement et généralement à faible coût si un échantillon renferme des substances préoccupantes sur le plan toxicologique. En cas de soupçon, elle peut être approfondie par des analyses biologiques et chimiques détaillées.

Un plus grâce à la combinaison avec l'analyse chimique

La combinaison de tests in vitro portant sur le mode d'action et d'analyse de traces permet une bien meilleure évaluation des sites contaminés que l'utilisation de l'une des deux méthodes seule. Le concept des « équivalents toxiques » peut livrer des informations précieuses sur les polluants pré-



Principe du fractionnement guidé par bioessais (approche EDA) (d'après Brack, 2003)

sents lorsque les substances considérées ont les mêmes mécanismes d'action. Les effets mesurés dans les biotests y sont exprimés en équivalents d'une substance de référence (œstrogène ou dioxine par exemple) et comparés aux effets attendus des substances dosées par analyse chimique. Si l'approche basée sur les mécanismes d'action donne des résultats plus élevés que ne le laissait prévoir l'analyse chimique, toutes les substances polluantes n'ont pas encore été mises en évidence. Ce concept est par exemple utilisé pour le suivi des stations d'épuration dotées de traitements complémentaires dans le cadre du projet « Stratégie MicroPoll » (voir article p. 4).

Des perspectives prometteuses

L'approche de fractionnement guidé par bioessais (approche EDA – effect directed analysis) associe encore plus efficacement l'analyse chimique et les tests biologiques portant sur les modes d'action. Elle combine dans tout son déroulement extraction, bioessais, fractionnement physicochimique et analyse chimique pour identifier les polluants clés [3, 4]. Cette méthode de fractionnement scinde les échantillons environnementaux en fractions de propriétés différentes qui deviennent de plus en plus spécifiques et donc de plus en plus simples au cours de son déroulement. Les fractions obtenues sont ensuite soumises isolément à des biotests pour évaluer leur action biologique puis à une analyse chimique en cas de réponse positive. Les effets mesurés peuvent être confrontés aux substances mises en évidence dans l'échantillon par l'analyse chimique et peuvent, en cas de non adéqua-

tion, révéler la présence de composés nocifs encore inconnus ou non inclus dans la liste des substances cibles des programmes de surveillance. Cette approche nécessite encore un investissement important en termes d'équipements et de temps mais elle devrait avoir à l'avenir une forte influence sur les méthodes d'analyse et de surveillance de l'environnement.

L'intégration des méthodes basées sur les mécanismes d'action dans les démarches d'analyse peut donc fortement améliorer la qualité du diagnostic lors de l'évaluation d'échantillons environnementaux et permettre une meilleure évaluation des risques. Si, comme cela a été décrit plus haut, elles sont associées à l'analyse chimique et au fractionnement et aboutissent à l'identification de polluants particulièrement importants, leurs résultats peuvent motiver la mise en place de mesures permettant d'éviter leur déversement ou de réaliser leur élimination. La démarche bio-analytique basée sur les modes d'action peut donc contribuer de façon décisive à la protection durable de nos milieux aquatiques.

Dr Petra Kunz est collaboratrice scientifique au Centre Ecotox, Prof. Dr Kristin Schirmer dirige le département de toxicologie de l'environnement de l'Eawag.

Références bibliographiques

- [1] Vermeirssen, E. L. M., Suter, M. J. F., Burkhardt-Holm, P. (2006). Estrogenicity patterns in the Swiss midland river Lützelalmurg in relation to treated domestic sewage effluent discharges and hydrology. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25, 2413-2422.
- [2] Schirmer, K., Bopp, S., Russold, S., Popp, P. (2004). Dioxin-ähnliche Wirkungen durch Grundwasser am Industriestandort Zeitz: Erfassung und Ableitungen für Sanierungsstrategien. *Grundwasser*, 9(1), 33-42.
- [3] Brack, W. (2003). Effect-directed analysis: A promising tool for the identification of organic toxicants in complex mixtures? *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 377, 397-407.
- [4] Brack, W., Schirmer, K. (2003). Effect-directed identification of oxygen and sulfur heterocycles as major Cytochrome P4501A-inducers in a contaminated sediment. *Environmental Science and Technology*, 37, 3062-3070.



L'écotoxicologie des sols en Suisse – un entretien avec Sophie Campiche

L'utilisation des tests d'écotoxicité est encore peu répandue dans le domaine de la protection des sols alors qu'ils peuvent contribuer de façon décisive à une bonne évaluation de leur état. Le Centre Ecotox souhaite remédier à cette situation. Le Dr Sophie Campiche, collaboratrice scientifique du Centre Ecotox, nous explique de quoi il retourne.

Pourquoi avons-nous besoin d'une écotoxicologie des sols ?

La réalisation de tests d'écotoxicité avec des organismes du sol permet de savoir dans quelle mesure ces derniers sont affectés par les polluants. Les organismes édaphiques jouent un rôle majeur dans le bon fonctionnement des sols (dégradation de la matière organique, cycles de nutriments, détoxification etc.) et sont donc indispensables à leur santé. Grâce aux tests écotoxicologiques, nous mesurons l'influence des polluants sur différents facteurs clés comme la survie, la reproduction et la croissance et pouvons ainsi déterminer des concentrations d'effets et des seuils de toxicité pour des substances d'intérêt ou des échantillons de sol. L'objectif est de protéger les organismes du sol d'une exposition létale ou dangereuse aux produits chimiques de façon à préserver la fertilité des sols.

Comment le Centre Ecotox peut-il contribuer à la protection des sols en Suisse ?

Nous devons évaluer les besoins et promouvoir l'utilisation des tests d'écotoxicité en Suisse. Pour le moment, le degré de contamination des sols est principalement évalué par le dosage de polluants cibles. Plus récemment, la détermination de certains paramètres biologiques tels que la biomasse microbienne ou la diversité des espèces a été proposée pour compléter les données d'analyse chimique. Les tests d'écotoxicité font le lien entre les concentrations de polluants mesurées et les paramètres biologiques. Ils peuvent ainsi aider à identifier les sites contaminés et à déterminer le degré

de toxicité de la contamination. Ils devraient donc être intégrés aux analyses de routine prévues par les stratégies de protection des sols de la Suisse.

Quels sont les organismes édaphiques utilisés pour les tests d'écotoxicité ?

Les plus fréquemment utilisés sont les lombrics et les collemboles mais il est également possible d'avoir recours à d'autres invertébrés comme les nématodes, les enchytréides ou les acariens. Certains végétaux peuvent également être utilisés pour évaluer la qualité du sol en tant que substrat. Les organismes réagissent avec des sensibilités très différentes aux polluants. Une même concentration de pesticide peut ainsi être très toxique pour les collemboles sans l'être pour les lombrics. Les batteries de tests doivent donc impliquer au moins trois espèces différentes intervenant à trois niveaux trophiques différents pour couvrir la majeure partie de la pédofaune.

Qu'est-ce qui rend l'établissement de ces tests si difficile ?

Il est toujours délicat de travailler avec des systèmes vivants. Pour pouvoir disposer d'organismes comparables, on utilise généralement des espèces pouvant être facilement élevées en laboratoire. Lorsqu'un nouvel élevage est lancé dans un laboratoire, il faut parfois attendre une année pour que les animaux se soient adaptés aux nouvelles conditions et pour que les paramètres aient été optimisés – même pour les méthodes standardisées internationalement! Même plus tard, il est parfois difficile de savoir pourquoi un élevage peine à se développer.

Dans quel domaine de l'écotoxicologie des sols le Centre Ecotox est-il actuellement impliqué ?

En ce moment, nous travaillons à l'optimisation des méthodes écotoxicologiques existantes pour leur application sur le terrain ou la surveillance des sols – en général, ces méthodes n'ont pas encore été standardisées internationalement. C'est par exemple le cas du test « bait lamina ». Il s'agit d'une méthode fonctionnelle qui permet de mesurer l'activité biologique des organismes édaphiques sur le terrain. Nous disposons encore de trop peu d'informations sur les paramètres influençant les résultats de ce test, comme par exemple la température, l'humidité ou la nature du sol. Le Centre Ecotox étudie l'influence de ces paramètres plus en détails afin de faciliter l'utilisation du test et d'améliorer la qualité du diagnostic pour les utilisateurs.

Quelles sont les principales prochaines étapes à venir ?

Nous voulons déterminer encore plus exactement quels sont les besoins de la Suisse en matière d'écotoxicologie des sols et en discutons dans le cadre d'un groupe de travail impliquant des spécialistes des services cantonaux de protection des sols et des administrations fédérales. Nous espérons ainsi avancer dans le développement et l'optimisation de tests simples pour la surveillance des sols et l'évaluation de leur fertilité pour pouvoir proposer aux différentes parties prenantes suisses des solutions méthodologiques correspondant à leurs besoins.



Notre engagement pour la formation continue

Les cours du Centre Ecotox donnent la possibilité aux experts de la pratique, des administrations, de la recherche et de l'industrie de se rencontrer et de s'informer sur les dernières avancées dans le domaine de l'écotoxicologie.

Le perfectionnement professionnel des spécialistes est une des priorités du Centre Ecotox. Jusqu'à présent, quatre cours de formation continue et un séminaire sur les travaux menés avec les gammes ont été organisés. Plus de 110 experts et expertes y ont pris part pour s'informer des dernières connaissances scientifiques et discuter des problèmes actuels et solutions potentielles.

Les tests au banc d'essai

Les tests d'écotoxicité sont utilisés pour évaluer l'action toxique des mélanges complexes de polluants présents à des concentrations parfois infinitésimales dans les eaux et les sols. Mais parmi la multitude de tests existants, quels sont les mieux adaptés aux différentes problématiques? Quelle est leur puissance diagnostique? Et comment peuvent-ils être combinés entre eux? Pour répondre à ces questions, le Centre Ecotox a présenté les différentes méthodes d'évaluation biologique dans un cours d'application. Lors d'une partie pratique, les participants ont pu se familiariser avec une sélection de tests en laboratoire afin de mieux les appréhender et les évaluer.

Biotests pour perturbateurs endocriniens

Les polluants agissant sur les organismes de manière similaire aux hormones constituent un problème environnemental particulier. Le Centre Ecotox a proposé un workshop de plusieurs jours, au contact de spécialistes, pour approfondir les connaissances sur les biotests destinés à l'évaluation de ces perturbateurs endocriniens. Des développeurs et utilisateurs de tests en Suisse et à l'étranger ont présenté leurs activités et discuté de leurs besoins. Il n'existe pas encore en Suisse de méthode de détection recommandée pour les perturbateurs endocriniens et aucun seuil n'a encore été fixé pour ces substances.

Evaluation des risques par ordinateur

L'action toxique des polluants présents dans l'environnement peut également être prédite à l'aide de modélisations assistées par ordinateur. L'analyse de risque par les relations quantitatives structure-activité (QSAR) était la préoccupation majeure du troisième cours de formation continue. Ces techniques sont particulièrement utiles pour combler les manques de données toxicologiques. Le cours a présenté divers modèles qui ont ensuite pu être appliqués par les participants.

Introduction à l'écotoxicologie

Pour répondre à l'intérêt des Romands, un cours d'introduction à l'écotoxicologie a été proposé à Lausanne en langue française. Les participants ont reçu un aperçu de l'origine, du comportement et du devenir des polluants dans l'environnement et une présentation théorique et pratique de différents systèmes de tests. Les bases de l'évaluation du risque et les aspects législatifs et réglementaires concernant les polluants ont également été présentés. Le cours d'introduction sera désormais proposé chaque année, alternativement en allemand et en français. Le prochain se tiendra en mai 2011 en allemand à Dübendorf.

Un nouveau cours sur la toxicité des mélanges

Dans le milieu aquatique, les polluants chimiques sont généralement présents sous la forme de mélanges complexes pouvant ainsi s'influencer les uns les autres dans leur action respective. L'évaluation des cocktails chimiques à l'aide de divers modèles sera le sujet du prochain cours proposé par le Centre Ecotox les 24 et 25 novembre 2010. Il abordera également la question importante des problèmes posés par les mélanges de produits chimiques pour l'élaboration de lois et réglementations adaptées. Le cours est organisé en commun avec le Centre de toxicologie humaine SCAHT: son programme détaillé peut être consulté sur Internet à l'adresse www.centrecotox.ch/weiterbildung/2010/index_FR

La base de l'enseignement de formation continue du Centre Ecotox comprend des cours d'introduction à l'écotoxicologie, des cours d'application et des cours portant sur des perturbations spécifiques des systèmes naturels. En complément, des séminaires sont organisés en permanence autour de thèmes d'actualité et des cours sont proposés en commun avec le nouveau Centre de toxicologie humaine (SCAHT). Notre programme de formation continue, actualisé en permanence, peut être consulté sur notre site www.centrecotox.ch/weiterbildung/index_FR. Le Centre Ecotox est également impliqué dans l'enseignement du Master of Advanced Studies in Toxicology proposé par l'Ecole de Pharmacie Genève-Lausanne (EPGL), l'Université de Genève et le SCAHT (p.11).

Les brèves du Centre Ecotox



Des critères de qualité environnementale pour les produits phytosanitaires

Etant donné que des produits phytosanitaires sont souvent détectés dans le milieu aquatique, une évaluation écotoxicologique de ces substances semble judicieuse. Il existe à cet effet une grande diversité de méthodes, sans cesse améliorées et correspondant à des réglementations et objectifs de protection différents. Pour clarifier la situation, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a commandité un état des lieux. Dans le cadre de cette analyse, le Centre Ecotox compare les méthodes employées par l'UE et plusieurs pays membres pour définir des critères de qualité environnementale pour les produits phytosanitaires. Cette étude comparative détermine de tels critères pour 7 produits selon ces différentes méthodes pour mettre en évidence les implications des différences qu'elles comportent. Les substances ainsi étudiées sont les herbicides diuron, mécoprop-(P) et terbutylazine, les fongicides carbendazime et propiconazole et les insecticides imidaclopride et diazinon. Outre l'OFEV, le projet a impliqué de nombreux experts externes et institutions telles que l'Office fédéral de l'agriculture, l'Eawag, l'Université de Lausanne et le bureau d'ingénieur BMG. Le Centre Ecotox y joue un rôle pivot : il recueille les contributions des différents partenaires et les rassemble en un résultat consensuel commun. Les résultats du projet devraient paraître fin 2010. Ils devraient indiquer les méthodes les mieux adaptées pour la concrétisation des objectifs de la législation suisse en matière de protection des eaux.

Contacts : Robert Kase, robert.kase@oekotoxzentrum.ch
Marion Junghans, marion.junghans@oekotoxzentrum.ch



Le système d'évaluation des micropolluants est publié

Les micropolluants constitués par exemple de résidus de produits d'entretien et d'hygiène corporelle, de médicaments ou de produits phytosanitaires se déversent principalement dans les milieux aquatiques par le biais des eaux usées communales. Certaines de ces substances sont toxiques pour les organismes aquatiques dès les concentrations les plus faibles. Le projet « Stratégie MicroPoll » de l'Office fédéral de l'environnement prévoit l'élaboration d'un système d'évaluation de la qualité des eaux spécialement axé sur les micropolluants. Le Centre Ecotox participe à cet effort par la définition d'exigences de qualité chiffrées (l'équivalent des normes de qualité environnementales de l'UE) basées sur les effets. Il s'agit de seuils devant être respectés pour prémunir les organismes aquatiques de dommages potentiels. Le département de Chimie de l'environnement de l'Eawag contribue fortement au projet en se chargeant de la caractérisation et de la priorisation de l'exposition. Le système d'évaluation est maintenant présenté pour la première fois dans une nouvelle publication – combinant l'évaluation de l'exposition et celle des effets de plusieurs micropolluants, elle propose une évaluation du risque pour toute la Suisse. Une publication détaillée des résultats du projet est prévue pour octobre 2010.

Götz, C.W.; Kase, R.; Kienle, C.; Hollender, J. (2010) Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. gwa/07, www.gwa.ch/



Workshop du Centre Ecotox pour la pratique

Un certain nombre de spécialistes issus des administrations cantonales et fédérales, de l'industrie et de la recherche ont été conviés à participer à un workshop le 6 mai dernier au Gurten. Son objectif était de recenser et d'évaluer les besoins et problèmes existant dans le domaine de l'écotoxicologie pour adapter les travaux du Centre Ecotox aux exigences de la pratique. Répartis en petits groupes, les participants ont élaboré des bases de planification sur trois grands thèmes : stratégie et méthode d'échantillonnage, tests et méthodes d'évaluation écotoxicologique et surveillance et évaluation environnementales. Les demandes exprimées dans les trois groupes de discussion étaient toutes du même ordre : des recommandations méthodologiques pour les tests d'écotoxicité et l'analyse chimique, une meilleure standardisation des méthodes de prélèvement et d'évaluation, une meilleure coordination et communication intercantonale et avec la Confédération et une meilleure intégration des efforts nationaux dans le contexte international. Les résultats du workshop sont maintenant pris en compte dans la planification des travaux du centre. La synthèse de ce travail de concertation est disponible sur notre site.

www.centreecotox.ch/ueberuns/news/doc/Synthese_Praxisworkshop_F.pdf



Recommandations méthodologiques pour la toxicologie des sédiments

En partenariat avec divers spécialistes de l'écotoxicologie et de la chimie analytique, le Centre Ecotox a créé une Task Force pour la toxicologie des sédiments. Ce groupe se réunit régulièrement avec les services cantonaux compétents dans une optique de conseil et de concertation. Son objectif est d'émettre d'ici fin 2011 des recommandations méthodologiques pour l'analyse des sédiments en Suisse. Les sédiments, qui abritent une faune très importante, peuvent également être des sources de polluants à très long terme. Il est donc primordial de se munir de tests adéquats pour la détermination de leur toxicité.

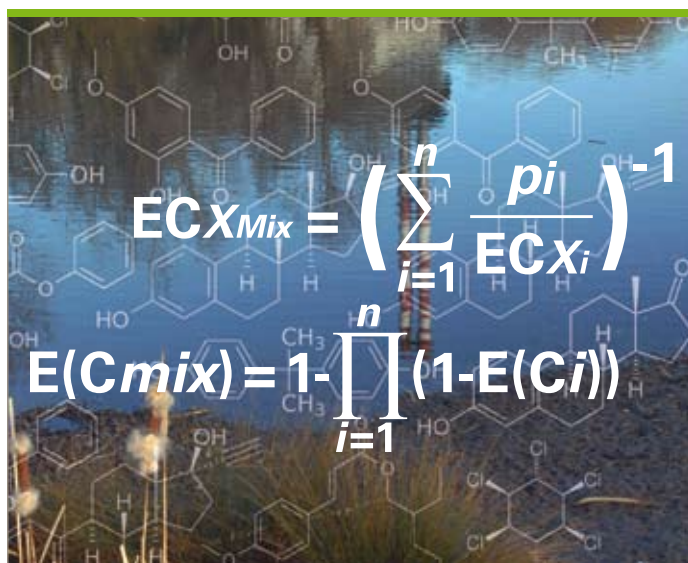
Contacts : Rébecca Flück, rebecca.flueck@oekotoxzentrum.ch
Sophie Campiche, sophie.campiche@oekotoxzentrum.ch



Nouveau Master of Advanced Studies (MAS) en toxicologie

Le Centre Ecotox est impliqué dans le module Ecotoxicologie du nouveau MAS en toxicologie proposé par l'Ecole de pharmacie Genève/Lausanne, l'Université de Genève et le Centre de toxicologie humaine (SCAHT). Ce cursus de perfectionnement professionnel s'adresse aux spécialistes des administrations, de la recherche et de l'industrie et peut être utilisé pour obtenir le titre de toxicologue. Sa première édition se déroulera de septembre 2010 à juin 2012.

www.unige.ch/formcont/toxico/toxico.pdf



Un nouveau cours sur la toxicité des mélanges

Dans le milieu aquatique, les polluants chimiques sont généralement présents sous la forme de mélanges complexes dans lesquels ils peuvent s'influencer les uns les autres et modifier leurs actions respectives et commune. L'évaluation des cocktails chimiques à l'aide de divers modèles sera le sujet du prochain cours proposé par le Centre Ecotox les 24 et 25 novembre 2010. Il abordera également la question délicate des problèmes posés par les mélanges de produits chimiques pour l'élaboration de lois et réglementations adaptées. Le cours est organisé en commun avec le Centre de toxicologie humaine SCAHT : son programme détaillé peut être consulté sur Internet à l'adresse

www.centreecotox.ch/weiterbildung/2010/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.

Demande d'une prise en compte de la toxicité des mélanges dans la réglementation européenne

L'UE peut et doit évaluer le risque émanant des mélanges de substances chimiques présents dans l'environnement et adapter sa législation en conséquence. C'est ce que recommande un rapport sur l'état des connaissances sur la toxicité des mélanges élaboré pour le compte de la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne. Sur la base des résultats scientifiques les plus récents, le rapport montre toute l'importance de la toxicité des mélanges et compare la manière dont le risque émanant des cocktails chimiques est pris en compte dans les états membres de l'Union européenne de même qu'au niveau d'autres gouvernements et des organisations internationales. Il apporte ainsi une contribution notable au débat actuel sur l'adaptation de la politique européenne au problème des pollutions complexes.

ec.europa.eu/environment/chemicals/pdf/report_Mixture%20toxicity.pdf

Les effets de mélange affectent les milieux aquatiques

On considère généralement que la qualité des eaux superficielles peut être jugée bonne lorsque les teneurs individuelles en polluants ne dépassent pas les valeurs maximales autorisées. De nouvelles études révèlent cependant que la qualité de l'eau peut déjà être altérée par l'effet des mélanges de substances en deçà de ces seuils.

Baas, J. and Kooijman, B. (2010). Chemical contamination and the ecological quality of surface water. *Environmental Pollution* 158:1603-1607

Les phtalates affectent également la capacité de reproduction des femelles

Les concentrations de phtalates couramment rencontrées dans le milieu naturel peuvent perturber la reproduction chez les poissons femelles à différents niveaux allant de la croissance et de la maturation des œufs jusqu'à leur ponte. Les phtalates ont une action principalement anti-androgénique et sont tenus pour responsables d'une baisse de la production spermatique et de perturbations du développement des organes génitaux chez les mâles. L'étude citée ci-dessous est l'une des premières à montrer que les phtalates peuvent aussi perturber la reproduction chez les femelles.

Carnevali, O., Tosti, L., Speciale, C., Peng, C., Zyu, Y., Maradonna, F. (2010) DEHP impairs zebrafish reproduction by affecting critical factors in oogenesis. *PLoS ONE* 5 (4):e10201

dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0010201

L'EPA donne accès à ses données de toxicité

Dans une nouvelle base de données de l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) appelée ToxRefDB, les Etats-Unis donnent accès à une multitude d'études toxicologiques. La base de données rassemble les résultats de 30 ans de tests de toxicité auparavant disséminés qui pourront constituer une base de travail précieuse pour l'évaluation des substances chimiques.

actor.epa.gov/toxrefdb

L'EPA évalue l'impact du bisphénol A sur l'environnement

L'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a classé le bisphénol A (BPA) parmi les substances potentiellement dangereuses et souhaite évaluer en détail son impact sur l'environnement. Le BPA entre dans la composition de nombreuses matières plastiques et du revêtement des boîtes de conserve et des canettes. Cette substance est considérée comme un perturbateur endocrinien pouvant agir sur l'organisme de manière similaire à l'œstrogène. L'EPA veut contraindre les fabricants à délivrer les données dont ils disposent sur la toxicité aiguë et chronique du BPA sur la faune aquatique et autres organismes. Elle prévoit également d'en déterminer les teneurs dans les eaux de surface, souterraines et potables pour estimer s'il peut être présent à des concentrations potentiellement préoccupantes.

www.epa.gov/oppt/existingchemicals

Les fabricants de médicaments des USA pourraient contribuer à une contamination des eaux par les substances pharmaceutiques.

Les effluents de stations d'épuration (STEP) traitant les rejets d'usines de produits pharmaceutiques peuvent présenter des teneurs en certains médicaments jusqu'à mille fois supérieures à celles d'effluents de STEP normales. C'est ce que viennent de montrer des chercheurs de l'Institut américain d'études géologiques (USGS) pour deux STEP des Etats-Unis dans une étude portant sur sept médicaments dont des opioïdes et des relaxants musculaires. Alors que l'on considérait jusqu'à présent que les urines et excréments humains constituaient la principale source de substances pharmaceutiques dans le milieu aquatique, cette nouvelle étude montre que les médicaments acheminés vers les STEP peuvent aussi provenir directement des fabricants.

Phillips, P.J., Smith, S.G., Kolpin, D.W., Zaugg, S.D., Buxton, H.T., Furlong, E.T., Esposito, K., and Stinson, B. (2010) Pharmaceutical Formulation Facilities as Sources of Opioids and Other Pharmaceuticals to Wastewater Treatment Plant Effluents *Environmental Science and Technology* 44 (13), 4910-4916

Impressum

Editeur : Centre ecotox

Eawag/EPFL

Überlandstrasse 133

8600 Dübendorf

Suisse

Tél. +41 44 823 5562

Fax +41 44 823 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, Eawag (couverture, p. 4, 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