

Orateur invité

Lundi 12 février

Heure: 10:30 - 11:00

Salle: Géopolis - 1620

DANIEL ALESSI

University of Alberta

alessi@ualberta.ca

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Products of Chromate Bioremediation in Alluvial Sediments from Thun, Switzerland

Daniel S. Alessi, Leia V. Falquet, Justine Gay-des-Combes, Yuheng Wang, David Cordier, Alexandre Bagnoud, Elena I. Suvorova, Rizlan Bernier-Latmani

The in situ remediation of aquifers contaminated with hexavalent chromium, Cr(VI), is often achieved via the reductive immobilization of Cr(VI) to its trivalent state, rendering the metal insoluble and resulting in the formation of Cr(III) precipitates. The use of microbes indigenous to the formation are one means of catalyzing Cr(VI) reduction, through the injection of an electron donor and carbon source into the aquifer to stimulate the growth of metal-reducing microorganisms. This biostimulation can lead to both the direct reduction of Cr(VI) by microbial enzymatic activity, and secondary Cr(VI) reduction by the production of biogenic Fe(II) and sulfide containing phases. However, the importance of these pathways in natural sediments is not well-studied. In this study, we investigated products of the in situ bioremediation of Cr(VI) in alluvial sediments collected from a Cr(VI)-contaminated aquifer in Thun, Switzerland. To simulate an in situ biostimulation, sediments were packed in glass columns and fed diluted molasses and artificial groundwater over the course of several months. Following, columns were sacrificed to constrain the Cr(III) products produced under iron and sulfate-reducing conditions. Techniques including transmission electron microscopy coupled with selected area electron diffraction, synchrotron X-ray absorption spectroscopy, microbial community analyses and whole sediment digestions were used to study changes in sediment geochemistry and microbiology. Our results show that the production of Fe(II)-bearing phases drives the reductive immobilization of Cr(VI), and that the product, Cr(III)-Fe(III) hydroxide precipitates, is consistent across the redox conditions tested.

Importance de la piézométrie e des essais de traçage pour une protection efficace des puits dans une plaine alluviale, l'exemple des plaines alluviales du Haut-Vedeggio et de la plaine de Magadino (Tessin)

De quels facteurs dépendent la grandeur et l'orientation d'une zone S de protection pour un captage vertical (puits) dans une nappe alluviale?

- Le gradient (pente de la nappe phréatique) détermine la largeur de la zone de protection

Plus le gradient diminue et plus la zone S de protection sera large. Il est donc nécessaire d'avoir une bonne connaissance de la piézométrie (topographie de la nappe phréatique) sur une distance suffisante en aval et en amont du puits. Au moins 4 à 5 fois la longueur prévisible de la zone S de protection (2 à 3 km). Mieux encore si l'on a une piézométrie de la plaine entière d'une limite hydrogéologique à l'autre (exemple: du Ceneri à l'étranglement de Sigirino pour la plaine du Haut-Vedeggio).

- La direction du flux d'eau souterraine détermine l'orientation de la zone S de protection

La direction du flux d'eau souterraine est perpendiculaire aux isopièzes (courbe de niveau de la nappe phréatique). Cette direction détermine l'orientation de l'axe de la zone S de protection. Il faut donc un minimum de deux piézomètres pour définir une isopièze dans la plaine alluviale (si la distance de bord à bord de la plaine est de 100 m, les piézomètres seront disposés à environ 30 m des bords, perpendiculairement à ceux-ci).

- La vitesse du flux d'eau souterraine détermine la longueur de la zone S de protection

La longueur de la zone de protection peut être déterminée efficacement seulement par essai de traçage qui permet de mesurer la propagation d'un traceur soluble d'un point d'injection dûment choisi sur la ligne principale du flux d'eau souterraine jusqu'au puits (Directive OFEV 2012 [1]).

Références:

[1] OFEV 2012, Office Fédéral de l'Environnement, Zone de protection des eaux souterraines en roche meubles, Berne 2012, 58 pages.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

CHRISTOPHE BOREL

Université de Lausanne

Faculté des géosciences et de l'environnement

christophe.borel@unil.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Les capteurs passifs comme outil de monitoring des contaminants organiques hydrophobes

Christophe Borel¹, Nicolas Estoppey¹, Benoit Ferrari², Nathalie Chèvre¹

¹ Université de Lausanne

² Centre Ecotox Eawag-EPFL

Depuis quelques années, les capteurs passifs à membrane s'imposent comme l'outil de choix pour la quantification dans l'eau des contaminants organiques hydrophobes. En effet, des molécules comme les polychlorobiphényles (PCBs) ou polybromodiphényléthers (PBDEs) ont une concentration si faible dans l'eau, de l'ordre de quelques pg/L, que leur mesure par des méthodes traditionnelles est un challenge que peu de programmes de monitoring ou même de recherche n'osent relever. Ces contaminants sont ainsi habituellement quantifiés dans des matrices accumulatrices comme les sédiments et les poissons. Parallèlement, les seuils environnementaux inscrits dans les lois ont été adaptés aux quantités trouvées dans les poissons en lien avec les normes sanitaires de consommation par l'homme, et non à des concentrations dans l'eau liées à des seuils écotoxicologiques. Ainsi, l'image actuelle de la contamination de l'eau est indirecte et spécifique au cas du poisson, il est par exemple difficile de remonter à des sources de pollutions, ou bien de quantifier les différents apports à des milieux récepteurs comme des lacs. Il devient donc intéressant d'utiliser un outil qui permet de quantifier les polluants hydrophobes directement dans l'eau, afin de comprendre la contamination et émettre des seuils directement dans l'eau.

Les capteurs passifs héritent des programmes de monitoring sur le biota en essayant d'imiter la capacité d'accumulation des polluants hydrophobes dans la chair du poisson afin d'en déterminer la concentration dans l'eau. Avec l'aide de méthodes de modélisation des taux d'échantillonnages, il est maintenant possible de quantifier une concentration dissoute dans l'eau, cette concentration étant une intégration sur le temps d'exposition des capteurs passifs, généralement autour de 1 mois.

Dans cette étude, nous voulons expliciter les théories, modèles et méthodes ainsi que les capacités des capteurs passifs en silicone à monitorer les concentrations de PCBs et PBDEs dans les rivières. Pour ceci, nous avons fait un suivi sur 6 mois de la Chamberonne à son effluent dans le lac Léman, ainsi que des mesures sur les différentes confluences de la Sorge et la Mèbre. Nous voulons en particulier mettre en évidence la somme totale de travail, les avantages et inconvénients, les difficultés et les perspectives de cette technique analytique.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

AGNÈS BOUCHEZ

INRA - UMR CARTEL

agnes.bouchez@inra.fr

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Renouveler le biomonitoring des écosystèmes aquatiques avec des outils d'éco-génomique : l'exemple du programme franco-suisse SYNAQUA

Agnès Bouchez¹, Jan Pawlowski², Jean-François Rubin³, Frédéric Rimet⁴, Anne-Laurence Mazenq⁴, Benoit Ferrari⁵, Alina Pawlowska⁶, Estelle Lefrançois⁷, Samuel Botreau⁸, Arielle Cordonier⁹, Sonia Lacroix¹, Julie Guéguen¹

¹ INRA - Thonon - France

² UNIGE - Genève

³ Fondation Maison de la Rivière - Tolochenaz

⁴ ASTERS - France

⁵ Centre Ecotox Eawag-EPFL - Lausanne

⁶ ID-Gene Ecodiagnosics - Plan-les-Ouates

⁷ ASCONIT - France

⁸ Direction Générale de l'Eau - Canton de Genève

L'efficacité des mesures de protection de l'environnement repose sur l'identification précoce et le diagnostic des points de pression. De même, les actions de restauration nécessitent un suivi précis de l'évolution de la qualité écologique des écosystèmes, de façon à mettre en évidence leur efficacité. Ces suivis de qualité écologique reposent généralement sur des bioindicateurs, organismes vivant dans le milieu et révélant les pressions qui s'y exercent au travers de la composition de leurs communautés. Leur mise en œuvre est coûteuse, mobilisant du temps et de l'expertise en taxonomie. Les outils de génomique devraient permettre d'accéder à une surveillance environnementale fiable et à haut-débit, en inférant directement la composition des communautés bioindicatrices à partir de leur ADN (metabarcoding).

Le projet SYNAQUA utilise la reconnaissance d'organismes bio-indicateurs (diatomées, oligochètes) présents dans les milieux aquatiques pour évaluer leur qualité écologique directement à partir de l'ADN extrait de ces communautés bioindicatrices. La méthode est en cours de test sur des échantillons de rivières suisses et françaises, ainsi que sur des échantillons de la zone côtière du Léman.

Le renouvellement des pratiques actuelles de biosurveillance, comme proposé par le projet SYNAQUA, nécessite 1/ de rassembler différents acteurs : scientifiques, gestionnaires de l'environnement, bureaux d'étude en hydrobiologie et en biotechnologie, porteurs d'enjeux, 2/ d'appliquer cette approche à large échelle pour démontrer sa pertinence, 3/ de proposer un outil robuste et fiable, 4/ de former et sensibiliser les différents acteurs susceptibles de se saisir de ces nouveaux outils.

Les approches de biosurveillance, basées sur de tels outils de génomique environnementale, devraient permettre de répondre à la nécessité d'une surveillance fiable et à plus haut-débit, afin d'améliorer la protection des milieux aquatiques soumis à de multiples pressions et suivre leur évolution suite à des actions de restauration.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

CARMEN CASADO-MARTINEZ

Centre Suisse d'Ecotoxicologie Appliquée

carmen.casado@centrecotox.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Un module « Sédiment » dans le cadre du Système Modulaire Gradué

Carmen Casado-Martinez¹, Benoit JD Ferrari¹, Michel Wildi¹, Inge Werner¹, Yael Schindler²

¹ Centre Suisse d'Ecotoxicologie Appliquée

² Office fédéral de l'environnement

Selon l'ordonnance suisse sur la protection des eaux (OEaux), « la qualité de l'eau doit être telle que : l'eau, les matières en suspension et les sédiments ne contiennent pas de substances de synthèse persistantes » afin de garantir la protection de la vie aquatique. Bien qu'il n'existe pas de programme national de surveillance de la qualité des sédiments et qu'il n'existe aucune harmonisation des méthodes et des critères de qualité permettant de surveiller la qualité des sédiments en Suisse, certains cantons ont déjà réalisé des campagnes de surveillance afin de déterminer la qualité chimique des sédiments et les données disponibles montrent certains cas de pollution. Depuis 2015, le Centre Ecotox en coopération avec l'Eawag et l'OFEV, développe un module « Sédiment » dans le cadre du Système Modulaire Gradué (SMG) qui a pour objectif d'aider les services cantonaux et les agences privées dans la réalisation d'évaluations de la qualité des sédiments de façon harmonisée. La première phase du projet est axée sur le développement d'un système d'évaluation des sédiments basé sur l'état chimique et aura pour objectif de répondre aux deux premières priorités des cantons [1]:

- 1) développer un protocole harmonisé de prélèvement des échantillons de sédiments et de leur pré-traitement. La première mission sera d'établir des lignes directrices axées sur la surveillance, le suivi opérationnel et d'investigation et un guide technique décrivant une méthodologie validée et calibrée « prête à l'emploi » pour les laboratoires cantonaux et privés (prévu pour mi 2018).
- 2) dériver des critères numériques de qualité des sédiments pour un certain nombre de substances prioritaires, ainsi qu'un système d'évaluation de la qualité des sédiments orienté sur la procédure de classification utilisée dans le SMG (prévu fin 2018). Comme il n'existe pas encore de liste de substances pertinentes pour les sédiments en Suisse, une liste préliminaire est proposée selon leur devenir et leurs effets dans l'environnement, leur utilisation et leur présence dans les eaux de surface en Suisse [2].

Le module « Sédiment » vient compléter les modules existants dans le cadre du SMG afin de parvenir à évaluer de façon plus globale les eaux de surface en Suisse en incluant le compartiment des sédiments. Le module permettra aux cantons de classer la qualité des sédiments prioritairement sur la base de l'échelle régionale (niveau R). Toutefois, les méthodologies développées seront également adaptées à l'échelle des cours d'eau (niveau C) et à l'échelle des tronçons de cours d'eau (niveau T). Elles permettront de sélectionner et d'organiser par priorité les sites et les substances, et également de faciliter l'évaluation détaillée du risque écologique sur les sites potentiellement menacés.

Références:

[1] Flück et al. 2012. Aqua & Gas 4. Avril 2012. [2] Casado et al. Environ Sci Pollut Res DOI 10.1007/s11356-017-9082-6.

Quel est l'impact du manganèse sur l'élimination de l'arsenic de l'eau potable par un système d'électrocoagulation ?

C. Catrouillet¹, S. Hirose¹, J. Peña¹

¹ Centre Suisse d'Ecotoxicologie Appliquée

L'arsenic (As) est classé parmi les dix produits d'importance majeure pour la santé publique d'après l'organisation mondiale de la santé (OMS). Dans beaucoup de pays à travers le monde, notamment en Asie du Sud-Est, la concentration en As préconisée dans les eaux est largement surpassée (jusqu'à 100 fois plus concentrées). La consommation d'eau ou de riz contaminés par l'As crée des cancers et des maladies de la peau chez la population locale.

Ces problèmes de santé publique ont donc amené les acteurs responsables de la qualité de l'eau à chercher des solutions pour dépolluer les eaux en As. Une solution consiste à injecter des oxydes de fer (Fe), capables de capter de l'As, puis de filtrer ces eaux. L'arsenic ainsi piégé par les oxydes de Fe est retiré de l'eau. Afin de contrôler le taux d'oxydes de fer créé, mais aussi d'avoir une solution à faible coût et avec une chaîne d'approvisionnement courte, nous développons un système d'électrocoagulation constitué d'électrodes de fer métallique. Le système produit des espèces intermédiaires instables (réactifs Fenton) qui sont de très forts oxydants. Ceux-ci réoxydent le Fe(II) en oxydes de Fe et l'As(III) (forme la plus dangereuse pour l'Homme) en As(V), forme qui a le plus d'affinité avec les oxydes de Fe. Ainsi, le système d'électrocoagulation met en jeu deux processus : l'oxydation et la sorption qui favorisent l'élimination de l'As des eaux.

De plus, le manganèse (Mn) peut également être présent à de fortes concentrations dans certaines eaux contaminées en As. Or, le Mn est un élément également sensible à l'oxydation par les réactifs Fenton (van Genuchten et al. 2017). Dans ce contexte, notre but est de comprendre l'influence du Mn sur l'élimination de l'As par ces systèmes d'électrocoagulation. En effet, la présence du Mn pourrait influencer l'élimination de l'As par la concurrence des deux éléments pour les réactions Fenton et/ou une modification des capacités de sorption des oxydes de fer.

Pour identifier les mécanismes en jeu, des cinétiques d'élimination de l'As et du Mn par un système d'électrocoagulation ont été menées à différentes pH (4.5-8.5), différentes concentrations en As (10 et 100 μM) et Mn (100 et 1000 μM) avec ou non ajout de H_2O_2 (pH 7.5 et 8.5 seulement). Les échantillons ont été prélevés à au cours du temps. Les concentrations en As(III) dans la phase filtrée (0.2 μm) en As, Mn et Fe dans la phase totale et filtrée ont été mesurées respectivement par générateur d'hydrures couplé à un ICP-OES et par ICP-OES. Les mécanismes de sorption et les formes des oxydes formés sont analysés par spectroscopie XAS. Ces résultats permettront ainsi de mieux comprendre les systèmes de dépollution pour arriver à une amélioration du fonctionnement de ces systèmes.

Références:

van Genuchten C. M., Pena J., Mn(II) Oxidation in Fenton and Fenton Type Systems : Identification of Reaction Efficiency and Reaction Products. Environ. Sci & Technol. 2017, 51, 2982-2991.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

ANDREA CIMATORIBUS

EPFL

andrea.cimatoribus@epfl.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Suivi des mouvements des masses d'eau : une système de traceur de particules lagrangiennes pour des lacs et des réservoirs

Andrea Cimatoribus¹, Andrew Barry¹, Ulrich Lemmin¹

¹ EPFL

Comprendre de quelle manière les particules d'eau sont transportées et dispersées dans les lacs et les réservoirs est essentiel à la compréhension et la prédiction de la concentration des nutriments ou des polluants dans le temps et l'espace.

C'est dans un tel contexte que les simulations numériques peuvent constituer un complément utile aux observations sur le terrain qui sont souvent très coûteux et donc limités en temps et espace.

Nous présentons des simulations tridimensionnelles du transport et de la dispersion des particules dans le Lac Léman, en combinant un modèle hydrodynamique (MITgcm) et Ctracker, un code permettant le suivi lagrangien des particules, qui a été développé par le Laboratoire de technologie écologique (ECOL) de l'EPFL. Le modèle hydrodynamique a été validé avec succès en utilisant des données récoltés sur plusieurs années. Comme ces « particules numériques lagrangiennes » ne possèdent pas de masse et n'interagissent pas entre elles, elles permettent d'identifier les trajectoires des différentes masses d'eau individuellement, et peuvent être considérées comme l'équivalent numérique d'un marqueur d'eau diluée comme, par exemple, un colorant ou une substance radioactive, utilisé sur le terrain. Nous présentons des exemples pour illustrer les diverses applications possibles de cet outil.

De longues simulations avec la libération continue de particules de l'embouchure du Rhône permettent d'étudier les trajectoires que ces particules suivront et la répartition de l'âge des masses d'eau du Rhône dans le Léman. Le modèle montre que la répartition de ces parcelles d'eau dans le lac est très étendue : certaines particules d'eau peuvent courir la distance entre l'extrémité est et ouest du lac en seulement quelques jours dans des cas rares et extrêmes, alors que d'autres peuvent rester « piégées », surtout dans la partie profonde et méridionale du lac, pour des mois, voire beaucoup plus longtemps.

Les expériences numériques utilisant un seul lâcher d'un ensemble de particules permettent de suivre la dispersion à partir d'un point spécifique, et dans des conditions météorologiques bien définies. Cela permet, par exemple, d'identifier les conditions météorologiques les plus favorables pour l'échange d'eau entre le Grand Lac et Petit Lac, les deux sous bassins du Léman. D'un point de vue plus pratique, le système peut être utilisé pour prédire, par exemple, comment une parcelle de contaminants va disperser sous des conditions réalistes, et peut fournir notamment des estimations des intervalles de confiance pour une telle prédiction.

Le logiciel open-source est gratuit, et peut être facilement adapté pour des autres lacs et réservoirs.

Présentation orale

Lundi 12 février

Heure: 14:00 - 14:20

Salle: Géopolis - 1620

PIERRE-JEAN COPIN

Service de l'eau, Lausanne

pierre-jean.copin@lausanne.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Quel effet a le "cocktail" de micropolluants?

Pierre-Jean Copin¹, Alexandra Hauret¹, Christophe Mechouk¹, Fereidoun Khajehnouri¹, Nathalie Chèvre²

¹ Service de l'eau, Lausanne

² Université de Lausanne

La Ville de Lausanne, en collaboration avec l'Université de Lausanne, veille à évaluer les risques que représentent les « cocktails » de micropolluants de manière à répondre aux inquiétudes des consommateurs par rapport à la qualité de leurs eaux. Grâce à un modèle, l'effet d'un « cocktail » de micropolluants sur des espèces aquatiques de laboratoire, telles les microalgues d'eau douce et les daphnies, a été prédit. Ces micropolluants sont détectés dans les eaux brutes des lacs Léman et de Bret. Elles sont également détectées, à des concentrations inférieures aux normes pour les eaux de boisson, dans les eaux traitées par des stations de potabilisation (stations de Saint-Sulpice et de Bret) et dans les eaux traitées après des pilotes testés dans le cadre de la rénovation de la station de Saint-Sulpice. Le « cocktail » de micropolluants étudié comprenait 5 herbicides, 1 métabolite, 2 fongicides, 3 médicaments et 1 inhibiteur de la corrosion. Comme ces substances ont un mode d'action différent, le modèle d'Indépendance des Actions a été utilisé. Les paramètres du modèle ont été déterminés sur la base de tests écotoxicologiques sur l'algue *Pseudokirchneriella subcapitata* et sur la daphnie *Ceriodaphnia dubia*. Les résultats montrent que l'effet du mélange prédit est non-significatif dans tous les cas étudiés, c'est-à-dire qu'il se trouve dans le domaine de variabilité des tests considérés. Même si ce n'est pas significatif, la tendance montre une baisse des effets en passant de l'eau brute à l'eau traitée aux stations de Saint-Sulpice et de Bret, et une très forte baisse en passant de l'eau brute à l'eau traitée par les pilotes testés à la station de Saint-Sulpice. Sans pouvoir être extrapolées à l'être humain, ces résultats indiquent tout de même que : (1) la qualité de l'eau brute du Léman est bonne, (2) le traitement par les filières actuelles des stations de Saint-Sulpice et de Bret est satisfaisant, (3) le traitement par les pilotes testés à la station de Saint-Sulpice est considéré comme optimal. Le modèle permet également de cibler les substances les plus problématiques au sein du mélange et pour lesquelles un travail de réduction de leur occurrence dans les eaux brutes pourrait être mené. Ainsi, des efforts à la source pourraient être planifiés pour réduire la présence du diuron dans les eaux brutes. Finalement, il nous semble que l'utilisation d'un tel outil d'évaluation permet d'apporter une réponse attentive et rassurante aux inquiétudes des consommateurs concernant l'effet « cocktail » des micropolluants.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

PIERRE-JEAN COPIN

Service de l'eau, Lausanne

pierre-jean.copin@lausanne.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Que cache la liste des ingrédients des produits cosmétiques? Étude des gels douche et des shampoings

Pierre-Jean Copin¹, Fereidoun Khajehnouri¹, Nathalie Chèvre², Myriam Ben Hassena²

¹ Service de l'eau, Lausanne

² Université de Lausanne

Les nouveaux développements analytiques permettent de chercher et de détecter de multiples substances chimiques dans les eaux. Jusqu'à maintenant cependant, les programmes de monitorings se sont principalement focalisés sur les pesticides et les médicaments (par exemple programme NAQUA, études CIPEL, Services cantonaux ou municipaux). Le laboratoire du Service de l'eau à Lausanne procède ainsi à l'analyse de 280 substances chimiques dont 115 pesticides et médicaments. Or ces groupes ne contiennent qu'une petite partie des substances chimiques quotidiennement utilisées. En effet, si environ 400 pesticides sont homologués en Suisse, ce ne sont pas moins de 20 000 substances cosmétiques qui se trouvent sur le marché en Europe. Si certaines substances cosmétiques sont déjà incluses dans les monitorings tels les conservateurs (parabènes) et certains filtres UV, il n'y a pas d'évaluation systématique des cosmétiques et donc pas de liste de substances à inclure dans les monitorings. Ces évaluations systématiques, appelées aussi « screenings », sont importantes pour mettre en évidence les substances à surveiller dans l'environnement, pour ce projet dans le milieu aquatique. Par le passé, de telles analyses ont déjà été menées pour les pesticides et pour les médicaments, ce qui a conduit à se focaliser sur le développement de méthodes analytiques dédiées à ces substances. En général, ces méthodes de screening se basent sur des analyses du devenir et de l'écotoxicité des substances chimiques. Elles ont ainsi l'avantage de ne pas nécessiter un nombre important de paramètres caractérisant chaque substance. Le but de ce projet était donc de proposer une liste de substances cosmétiques à analyser dans les eaux usées et l'eau potable. Considérant le nombre important de substances cosmétiques homologuées, le projet s'est focalisé sur les substances contenues dans les gels douche et les shampoings. L'application du présent travail permet ainsi de maintenir une qualité de l'eau optimale pour le consommateur d'eau potable mais aussi de préserver la qualité de l'environnement. En effet, si des substances cosmétiques problématiques soit pour l'environnement soit pour le consommateur sont détectées à forte concentration, des mesures pourront être mises en place pour cibler et limiter leur présence dans les eaux usées et les eaux potables. Cette liste permettra ainsi à l'ensemble des distributeurs d'eau en Suisse d'améliorer la maîtrise de la problématique des micropolluants.

Orateur invité

Lundi 12 février

Heure: 15:30 - 16:00

Salle: Géopolis - 1620

LUIZ FELIPPE DE ALENCASTRO

CEL, EPFL-Eawag

felippe.dealencastro@epfl.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

La contamination de l'environnement aquatique en Suisse par les (micro)-plastiques

Bien que la pollution par les plastiques soit de mieux en mieux connue et fasse l'objet d'un nombre croissant de publications, les données concernant les eaux douces restent très limitées et morcelées. Cette problématique a été mise en évidence dès 2012 dans les eaux suisses, les recherches s'orientant vers une évaluation des concentrations et de la nature des particules plastiques dans plusieurs lacs et rivières. Des concentrations considérables ont été trouvées tant dans les eaux de surface que dans les sédiments des plages et benthiques, ainsi que dans divers organismes (poissons, oiseaux d'eau, moules zébrées). Les plastiques contenaient des additifs ainsi que des polluants hydrophobes adsorbés potentiellement toxiques. Les voies d'entrées dans l'environnement ont ensuite été étudiées, y compris les stations d'épurations, les eaux de ruissellements urbaines et les déversoirs d'orages ou encore d'autres compartiments comme l'atmosphère, les composts ou chantiers. Les quantités de plastique entrant dans l'environnement à tous les stades de leur cycle de vie en fonction de leur usage ont été estimées et confrontées aux types et quantités de plastiques pouvant être trouvées dans les différents compartiments environnementaux.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

GILDA DELL'AMBROGIO

Centre Ecotox Eawag - EPFL

gilda.dellambrogio@centrecotox.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Impact de trois néonicotinoïdes sur le collembole *Folsomia fimetaria*, dans les sols agricoles

Gilda Dell'Ambrogio¹, Nathalie Chèvre², Edward A. D. Mitchell³, Inge Werner¹, Benoit Ferrari¹, Sophie Campiche¹

¹ Centre Ecotox EAWAG – EPFL

² Université de Lausanne

³ Université de Neuchâtel, Jardin Botanique de Neuchâtel

Les néonicotinoïdes sont la classe d'insecticides la plus répandue au niveau mondial. En agriculture, ils sont appliqués de manière prophylactique et fournissent une protection systémique et à long terme contre plusieurs ravageurs. Fréquemment utilisés comme enrobage des semences, ils peuvent s'accumuler et persister dans le sol, en entraînant ainsi des risques pour une large gamme d'organismes non-cibles, qui jouent souvent un rôle clé dans certains services écosystémiques.

Pour cette étude, des échantillons de sol provenant de plusieurs exploitations agricoles suisses (conventionnelles et IP-Suisse) ont été testés à l'aide du test standardisé sur la reproduction du collembole *Folsomia fimetaria* en comparant les surfaces en plein champ et hors champ. Ensuite, les concentrations effectives (CE10) pour l'imidaclopride (IMD), la clothianidine (CLO) et le thiaméthoxame (THX), ainsi que pour un mélange d'IMD et CLO, ont été déterminées dans le sol naturel standard LUFA 2.2 contaminé par ces substances à une gamme de concentrations prédéfinies. Les paramètres physico-chimiques et les concentrations en néonicotinoïdes ont été également mesurés pour les échantillons de sol et le LUFA 2.2 contaminé. Finalement, une première évaluation du risque basée sur les concentrations mesurées sur le terrain a été effectuée.

IMD et CLO ont été détectés dans tous les champs agricoles (avec des concentrations maximales de 0.023 and 0.016 mg i.a./kg p.s. de sol pour IMD et CLO, respectivement), en confirmant leur persistance. Les échantillons de sol n'ont pas montré une toxicité pour *F. fimetaria*. Les bioessais avec le sol contaminé montraient des CE10s de 0.109, 0.115 et 0.166 mg i.a./kg p.s. pour IMD, CLO and THX, suggérant une toxicité généralement plus élevée que celle reportée dans la littérature. Le modèle d'addition des concentrations a bien décrit l'effet du mélange. L'évaluation du risque a montré un risque potentiel pour les collembolés, en considérant les teneurs maximales en IMD et CLO détectées sur le terrain. Ces observations rejoignent les conclusions de plusieurs études récentes, qui remettent en cause l'utilisation massive de néonicotinoïdes en raison des effets négatifs qu'ils peuvent poser pour l'environnement.

Orateur invité

Lundi 12 février

Heure: 08:30 - 09:00

Salle: Géopolis - 1620

NICOLAS ESTOPPEY

Université de Lausanne

Faculté de Droit

Institut de police scientifique

Nicolas.Estoppey@unil.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Investiguer efficacement les sources de micropolluants à l'aide de l'échantillonnage passif

Nicolas Estoppey¹

¹ Institut de police scientifique, Faculté de Droit, Université de Lausanne

La contamination des écosystèmes aquatiques par les micropolluants est un sujet de préoccupation croissante étant donné que ces composés traces peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes déjà à très faibles concentrations. Certains micropolluants, persistants, se bioaccumulent dans les organismes (p.ex. les polychlorobiphényles, PCBs) alors que d'autres, moins persistants, constituent également un risque car ils sont relâchés quasiment en permanence (p.ex. les médicaments) ou sont lessivés rapidement lors d'événements pluvieux (p.ex. les pesticides). Ces composés causent non seulement des problèmes environnementaux (les concentrations parfois élevées mesurées en Suisse expliqueraient les déficits mis en évidence en termes de diversité des espèces), mais leur présence a également des conséquences économiques, puisqu'ils rendent par exemple certains poissons impropres à la consommation.

Pour prendre les mesures nécessaires à la diminution des rejets de polluants et appliquer les dispositions légales en la matière (p.ex. le principe du pollueur payeur), il est indispensable d'avoir à disposition des méthodologies et outils qui permettent d'investiguer efficacement les sources de micropolluants. Or, les concentrations aqueuses extrêmement faibles de ces polluants et leurs potentielles fluctuations avec le temps imposent des défis de taille. Pour obtenir des limites de quantification suffisamment basses et une bonne représentativité temporelle, les techniques traditionnelles d'échantillonnage requièrent des appareillages analytiques sophistiqués ainsi que des préleveurs automatisés chers et compliqués à déployer. L'échantillonnage passif s'avère être une alternative de choix. En effet, les limites de quantification sont abaissées grâce à l'accumulation des polluants dans les capteurs passifs pendant plusieurs semaines. De plus, l'échantillonnage intégratif offert par cette méthode permet de prendre en compte les pics de pollution et de fournir une concentration moyenne sur la période d'échantillonnage. Les capteurs peuvent être installés rapidement à de multiples sites d'échantillonnage et l'analyse des polluants accumulés permet de remonter aux sources de pollution grâce à la mise en évidence d'augmentations de charges de polluants et de différences de « signatures chimiques » entre les sites. Dans cette présentation, après avoir exposé les avantages et les limitations des capteurs passifs, des exemples d'investigations de sources de polluants hydrophobes et polaires seront présentés.

Rejets d'eaux de la ville de Lausanne par temps de pluie dans le lac Léman: retour sur l'utilisation d'une approche triadique pour évaluer leur influence sur la qualité des sédiments

Tom Benejam¹, Carmen Casado-Martinez¹, Régis Vivien¹, Stéphane Pesce², Luca Rossi³, Nathalie Dubois⁴, Luiz Felipe De Alencastro⁵, Benoit JD Ferrari¹

¹ Centre Ecotox Eawag-EPFL

² Irstea

³ Hydrique Ingénieurs

⁴ Eawag

⁵ EPFL

Les rejets d'eaux urbaines par temps de pluie (i.e. déversoirs d'orage des réseaux unitaires et eaux de ruissellement des réseaux séparatifs) peuvent avoir des impacts non négligeables sur les milieux récepteurs aquatiques. Cependant, il est difficile d'appréhender ces impacts en raison du caractère aléatoire des pluies et de la dynamique des polluants. En Suisse, l'approche STORM mise en pratique dans une directive du VSA a pour but d'aider à répondre à cette problématique dans les petites rivières. Cependant, une telle directive fait toujours défaut pour les grands cours d'eau et les lacs. Il est donc nécessaire d'acquérir des données afin d'alimenter la réflexion sur la possibilité d'élargir cette directive pour ces systèmes.

Dans ce contexte, cette étude visait à évaluer l'impact d'un déversoir d'orage important (Capelard, Lausanne) sur la qualité des sédiments de la baie de Vidy (Lac Léman) à l'aide d'une approche triadique combinant la chimie, l'écotoxicologie et l'étude des communautés benthiques in situ. Pour ce faire, une grille d'échantillonnage composée de 15 sites a été élaborée dans le secteur de rejet des effluents du déversoir dans le lac. A chaque point, des échantillons de sédiments ont été prélevés afin de pouvoir mesurer les concentrations en métaux et d'évaluer la qualité écotoxicologique des sédiments au laboratoire à l'aide du test sur les ostracodes. En complément à cette approche, des mesures de concentrations en PCB et HAP, des tests sur chironomes, macrophytes et nématodes, ainsi que l'étude de la structure des communautés d'oligochètes et de la tolérance des communautés microbiennes induite par la pollution (PICT) ont été effectués sur 6 sites dans le transect central de cette grille d'échantillonnage correspondant au prolongement du déversoir.

Les résultats obtenus ont montré que la contamination induite par les rejets d'eaux pluviales urbaines est importante à proximité de l'exutoire et plus modérée sur les autres sites. Un ensemble de polluants composés principalement de cuivre, de zinc, de PCB et de HAP a été identifié dans la zone proche de l'exutoire. Bien que les tests écotoxicologiques n'aient pas indiqué de toxicité significative dans cette zone, l'étude des communautés in situ a révélé la présence d'espèces résistantes à la pollution parmi les oligochètes et les microorganismes benthiques. Pour les sites les plus éloignés, les effets observés dans les sédiments ne semblent pas être reliés directement aux rejets du déversoir. L'origine et la dynamique de la contamination nécessite encore des investigations complémentaires, en se basant notamment sur un modèle hydro-dynamique également développé dans le cadre de cette étude. Globalement, cette étude ouvre la voie au développement d'outils pratiques pour l'appréciation des impacts des rejets pluviaux urbains dans les lacs.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

SANDRINE FROIDEVAUX

Université de Lausanne

Faculté des géosciences et de l'environnement

sandrine.froidevaux@unil.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Microplastiques dans le Léman – Prospection sur plusieurs espèces de poissons

Sandrine Froidevaux¹

¹ Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement

Les microplastiques représentent une pollution relativement récente aux yeux du grand public et principalement mise en évidence dans les océans. Mais qu'en est-il des eaux douces et de la présence de ces microparticules dans la faune qui peuple les lacs autour de chez nous ?

En réalité, les eaux douces ne sont pas plus épargnées que les eaux océaniques [1, 2]. Des études ont montré la présence de microplastiques (< 5mm) dans les eaux et les sédiments du Lac Léman [3, 4]. Ces études comprenaient également des investigations sur quelques individus de la faune piscicole et aviaire qui ont laissé entrevoir une occurrence réelle des microplastiques dans les organismes inféodés au lac.

L'ingestion de microplastiques par la faune aquatique, des protistes aux cétacés, a été démontrée ainsi que les effets négatifs divers qu'elle peut avoir sur la santé de ces organismes : réponse immunitaire, perte d'appétit et de poids consécutive, baisse de croissance, de fécondité et d'énergie pouvant impacter les générations suivantes [5]. De récents résultats montrent, chez les poissons, une différence d'occurrence des microplastiques en fonction du régime alimentaire [6].

Le but de ce travail de master est de dresser un premier inventaire des différents types de microplastiques qui pourraient être retrouvés dans le système digestif de cinq espèces piscicoles courantes du Léman (Féra - *Coregonus lavaretus*, Perche – *Perca fluviatilis*, Brochet – *Esox lucius*, Lotte – *Lota lota*, Gardon – *Rutilus rutilus*). Cet inventaire doit également permettre d'évaluer l'ampleur de l'ingestion de ces microplastiques par les poissons et de déterminer s'il y a une potentielle différence entre ces différentes espèces (i.e. de régime alimentaire) et/ou différentes zones du lac.

Les prélèvements des systèmes digestifs sont effectués sur le poisson frais directement chez les pêcheurs professionnels, puis conservés congelés. La période de récolte des échantillons s'étend de septembre à décembre 2017. L'analyse des prélèvements se fait en laboratoire en passant par plusieurs étapes : décongélation des échantillons, digestion chimique de la matière organique, filtration sur tamis à différentes tailles de maille (5000, 1000, 300 et 50 μm) puis dénombrement, pesée, catégorisation et identification des particules recensées. Les échantillons sont traités individuellement. Les résultats sont attendus pour le printemps 2018.

Références :

- [1] Faure, F., et al., 2015. Plastic pollution in Swiss surface waters : Nature and concentrations, interaction with pollutants. *Environmental Chemistry*.
- [2] Eriksen, M., et al. 2013. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian great lakes. *Marine Pollution Bulletin*.
- [3] Faure, F., De Alencastro, F. L., 2014. Evaluation de la pollution par les plastiques dans les eaux de surface en Suisse. *Tech. Rep., EPFL*
- [4] Faure, F., De Alencastro, F. L., 2017. Recherche de fragments de plastique dans les sédiments profonds du Léman. *CIPEL*.
- [5] Lusher, A. L., et al., 2016. Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Analytical Methods*.
- [6] Mizraji, R., et al., 2017. Is the feeding type related with the content of microplastics in intertidal fish gut ? *Marine Pollution Bulletin*.

Présentation orale

Lundi 12 février

Heure: 16:00 - 16:20

Salle: Géopolis - 1620

THÉO GAILLET

Université de Lausanne

Faculté des géosciences et de l'environnement

theo.gaillet@unil.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Évaluation de la pollution du lac de Neuchâtel par les plastiques, cas d'étude d'Estavayer-le-Lac (FR)

Les plastiques sont utilisés quotidiennement en grande quantité mais leur élimination n'est pas toujours conventionnelle. Les déchets jetés dans la nature et les villes finissent dans les cours d'eau et les égouts qui les emmènent dans les bassins d'accumulation d'eau en se dégradant en plus petites particules. Les microplastiques, particules de taille inférieure à 5mm, sont engendrés par l'action mécanique des vagues, l'exposition aux rayons UV-B, les changements de températures, les attaques chimiques et les organismes vivants qui fragilisent la matrice des plus gros débris de plastiques. Ce travail a pour but de définir les sources des microplastiques dans le lac de Neuchâtel dans le contexte d'Estavayer-le-Lac en expliquant les conséquences de cette pollution. Pour ce faire, des prélèvements de sédiments benthiques à la sortie des exutoires des conduites d'eaux claires et de la STEP ainsi qu'une récolte de déchets sur une berge ont été effectués, en parallèle à des lectures scientifiques et des entretiens avec des personnes concernées. Une précédente étude sur la pollution des lacs suisses a révélé que les concentrations en microplastiques et en polluants organiques persistants qu'ils adsorbent sont semblables à celles retrouvées dans les milieux marins. En outre, des microplastiques ont été découverts dans le tube digestif d'oiseaux et de poissons du lac Léman. Les impacts des microplastiques sur la faune des milieux d'eau douce sont encore peu étudiés et des recherches pourraient être réalisées dans la Grande Cariçaie (rive sud du lac de Neuchâtel) qui héberge plus de 3500 espèces animales. L'introduction principale de plastiques dans le lac se fait par l'utilisation récréative des plages et des rives et est augmentée pendant la saison estivale à cause du tourisme et des manifestations organisées au bord du lac. S'ensuivent les déchets urbains qui sont emmenés par la pluie, la fonte des neiges ou le vent directement dans le lac ou par le biais des conduites d'eaux claires qui se jettent dans le lac, l'élimination illégale de déchets par des particuliers ainsi que la pêche et la navigation récréative. Pour diminuer la pollution du lac par les plastiques, il faudrait organiser plus régulièrement des ramassages de déchets sur les rives du lac, car la dégradation en microplastiques se fait plus rapidement sur les plages. Il existe des biopolymères qui se dégradent plus rapidement, mais leur fabrication nécessite des millions d'hectares de terres arables et beaucoup d'eau, alors que d'autres sont plus dangereux que les polymères classiques. Les habitudes de chacun sont à changer et cela passe par une prise de conscience de l'étendue de la pollution par les plastiques et des conséquences de nos gestes, qui pourrait être facilitée par des opérations « coup de balai » dans les écoles de la commune ou par des panneaux informatifs au bord de l'eau et dans la réserve naturelle.

Présentation orale

Lundi 12 février

Heure: 09:00 - 09:20

Salle: Géopolis - 1620

MALIKA GYGER

Université de Lausanne

Faculté des géosciences et de l'environnement

Malika.Gyger@unil.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Quantification de la bioamplification des PBDEs dans la rivière La Sorge (VD)

Malika Gyger¹, Florence Kjelberg¹, Nathalie Chèvre¹, Marie-Elodie Perga¹, Christophe Borel¹, Benoît Ferrari²

¹ Faculté des Géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne, 1015 Lausanne, Suisse

² Centre ecotox, Eawag-EPFL, 1015 Lausanne, Suisse

Les polybromodiphényléthers (PBDEs) sont des substances chimiques largement utilisées comme retardateurs de flamme dans les plastiques et les textiles, notamment. La plupart des familles de congénères de PBDE font partie des polluants organiques persistants (POPs) de la Convention de Stockholm, les érigeant au statut de substances prioritaires à bannir, aux côtés de leurs cousins les polychlorobiphényles (PCBs). Bien que partiellement interdites en Europe depuis 2004, ces substances – hautement résistantes à la dégradation - persistent dans l'environnement, et s'accumulent – de par leur caractère hydrophobe - dans bon nombre de compartiments (sédiments, détritiques organiques, organismes, ...). Ainsi, au fil des interactions alimentaires, les concentrations de ces polluants deviennent de plus en plus élevées, donnant lieu au phénomène inquiétant de bioamplification.

Le but de ce projet est de se pencher sur le cas de la rivière La Sorge (VD) afin d'y déceler une potentielle bioamplification des PBDEs au fil d'une chaîne trophique composée de sédiments, périphyton, particules détritiques organiques, macroinvertébrés et truites de rivière. La bioamplification – quantifiée à l'aide de l'indice TMF (Trophic Magnification Factor) – implique deux types d'analyses bien distinctes. La première porte sur la détection et la quantification des PBDEs dans chacun des organismes/substrats échantillonnés. Les PBDEs comportant plus de 200 congénères - des composés chimiques définis selon leur nombre et l'emplacement des atomes de brome - seulement les sept principaux sont testés (BDE-28, -47, -99, -100, -153, -154 et -183). La seconde partie porte sur la reconstruction de la chaîne trophique du tronçon de la rivière analysée, à l'aide des analyses isotopiques de carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et d'azote ($\delta^{15}\text{N}$). L'évaluation conjointe des PBDEs et des niveaux trophiques permet de définir une valeur de TMF. Deux campagnes ont été menées - la première en mars 2017, la seconde en juin 2017 - afin de déceler d'éventuelles tendances saisonnières.

Les résultats pour les PBDEs indiquent une présence importante de trois congénères en particulier - BDE-47, -99 et -100 - mesurés chez presque l'ensemble des échantillons. Les concentrations augmentent régulièrement entre échelon trophique, des particules détritiques (ΣPBDE variant entre 2.6 – 4.5 [ng/g] d.w.) aux poissons (ΣPBDE variant entre 21.9 – 32.2 [ng/g] d.w.), en passant par les gammars (ΣPBDE variant entre 6.9 – 13.7 [ng/g] d.w.), identifiées comme ressources premières pour les poissons. Ceci atteste d'une bioamplification non-négligeable au sein de la rivière, plus marquée pour les congénères BDE-47 et -100. Toutefois, peu de différences apparaissent entre les deux saisons. Les poissons sont bel et bien contaminés, mais leurs concentrations ne dépassent pas les normes environnementales européennes.

Poster interactif

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

ALEXANDRA HAURET

Service de l'eau, Lausanne

alexandra.hauret@lausanne.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

FrogBox® : Mesure en semi-continu de la perturbation endocrinienne

Alexandra Hauret¹, Christophe Mechouk¹, Fereidoun Khajehnouri¹, Laura Piccinini¹

¹ Service de l'eau, Lausanne

La perturbation endocrinienne est un thème d'actualité, sujet à controverses, qui suscite de nombreuses interrogations. Les perturbateurs endocriniens sont définis par l'OMS comme étant des substances chimiques étrangères à l'organisme, d'origine naturelle ou anthropique. Elles sont soupçonnées de dérégler le système hormonal.

Dans cette optique, des essais écotoxicologiques sont menés sur les eaux de l'Arc Lémanique avec un outil de biosurveillance appelé FrogBox®. Cette technique inédite en Suisse, développée par une Start up française (WatchFrog), permet de mettre en contact des échantillons d'eau avec des larves de xénopes (grenouilles africaines) modifiées génétiquement avec un gène de fluorescence sensible à la présence de perturbateurs endocriniens. Ce gène s'active plus ou moins intensément selon la concentration des perturbateurs endocriniens et fait fluorescer en conséquence les larves exposées à l'échantillon. Ces dernières sont photographiées, puis les images générées sont traitées par un algorithme qui quantifie la fluorescence et son évolution au fur et à mesure de l'exposition. Les phases d'exposition et de lecture de fluorescence donnent lieu à une mesure en semi-continu de la perturbation endocrinienne. Cet appareil de mesure permet une évaluation de la qualité d'eau et la détection d'effets toxiques à faibles doses. Néanmoins, la FrogBox® ne permet pas de qualifier la/les molécule(s) responsable(s). L'identification des substances nécessite la mise en parallèle d'analyses effectuées par un laboratoire.

Le Service de l'eau, en collaboration avec EPURA SA a acquis deux FrogBox® pour tester la qualité de l'eau sur différents sites de production et de traitement des eaux. L'étude est également menée en partenariat avec les Services Industriels de Genève et l'EAWAG.

L'objectif de l'implantation des FrogBox® sur différents sites exploités par le Service de l'Eau de Lausanne est de diagnostiquer l'impact des perturbateurs endocriniens dans la ressource brute et après traitement. En outre, il va permettre d'apprécier l'efficacité de la chaîne de traitement sur la STEP de Vidy, ainsi que l'impact de l'évolution de cette même filière au cours de sa réhabilitation.

Les premières campagnes de mesures effectuées n'ont décelé aucune perturbation endocrinienne sur les eaux du Léman prélevées par l'usine de pompage de Saint-Sulpice.

Les résultats obtenus ne peuvent être directement extrapolés à l'Homme. Toutefois, ils fournissent une bonne indication sur la qualité de l'eau, ainsi que sur le potentiel de perturbation du système hormonal, pouvant se manifester chez l'être humain par un retard du développement cérébral.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

ALEXANDRA HAURET

Service de l'eau, Lausanne

alexandra.hauret@lausanne.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Adéquation de la mise en œuvre d'une étape d'ozonation sur la future STEP de Vidy

Alexandra Hauret¹, Laura Piccinini¹, Fereidoun Khajehnouri¹, Christophe Mechouk¹

¹ Service de l'eau, Lausanne

Dans le cadre de la rénovation complète de la STEP de Vidy, le Service de l'eau de la Ville de Lausanne a décidé d'intégrer dans la nouvelle filière de traitement une étape d'élimination des micropolluants. Cette étape est composée d'une ozonation, suivie d'une adsorption sur charbon actif en poudre (CAP). Toutefois, l'ozone peut réagir avec certains composés présents dans les eaux usées et amener, ainsi, à la formation de sous-produits toxiques. La STEP de Vidy reçoit plusieurs apports d'eaux usées industrielles, entre autres celles de l'usine d'incinération TRIDEL.

Le VSA a récemment publié une recommandation (2017) qui présente la marche à suivre pour vérifier la faisabilité de la mise en place d'un procédé d'ozonation. Il est conseillé d'effectuer le suivi de trois composés: bromures (<400 µg/L), chrome total (<1 µg/L) et nitrosamines, en particulier la nitrosodiméthylamine ou NDMA (<5 ng/L). En effet, l'oxydation du bromure et du chrome par l'ozone amène à la formation de bromates et de chromates respectivement. Ces deux composés sont considérés comme potentiellement cancérogènes. La famille des nitrosamines comprend un grand nombre de composés azotés et oxydés, dont la formation lors de l'ozonation n'est pas encore bien comprise. Ces molécules sont considérées comme cancérogènes et des concentrations élevées de NDMA en entrée de STEP indiquent souvent la présence de rejets industriels problématiques.

Le but de ce projet était donc d'effectuer des analyses des trois composés indiqués par le VSA afin de vérifier l'adéquation du processus d'ozonation sur la STEP de Vidy. L'eau en sortie des bassins biologiques a été nitrifiée à l'aide d'une installation pilote (BIOFOR®, Suez). Cela afin de produire une eau de qualité similaire à celle entrant dans la future étape d'ozonation. Des essais d'ozonation ont été réalisés en partenariat avec l'EPFL sur l'eau du pilote afin d'évaluer la formation des bromates. De plus, trois campagnes de mesure sur 24 heures ont été effectuées en entrée de STEP et sur de l'eau du BIOFOR®.

Les résultats ont montré que, en fonction de la concentration en bromure et de la qualité d'eau, il y a une grande variabilité en termes de formation de bromates. Pour une dose spécifique de 0.5 gO₃/gCOD, la formation des bromates varie d'un facteur 10. La source principale de bromures étant liée aux rejets de TRIDEL, l'ozonation n'est pas envisageable à moins d'éliminer les apports de l'usine d'incinération. Concernant la NDMA, les valeurs moyennes en entrée de STEP sont de 30 ng/L. Toutefois, après le traitement biologique et la nitrification, la concentration moyenne de NDMA diminue à 5 ng/L. Cela montre que les nitrosamines sont bien éliminées par voie biologique. Ces composés ne devraient pas poser des problèmes pour la nouvelle filière de traitement de la STEP.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

ALEXANDRA HAURET

Service de l'eau, Lausanne

alexandra.hauret@lausanne.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Amélioration du traitement sur l'installation de production d'eau potable de Saint-Sulpice

Alexandra Hauret¹, Fereidoun Khajehnouri¹, Christophe Mechouk¹, Laura Piccinini¹

¹ Service de l'eau, Lausanne

Dans le cadre de la réhabilitation de l'usine de potabilisation de Saint-Sulpice, le Service de l'eau a conduit des essais pilotes afin de choisir la filière de traitement la plus adaptée. L'usine actuelle, construite en 1971, se caractérise par une filière de traitement simple consistant en une filtration sur sable suivie d'une chloration. Bien que cette filière permette aujourd'hui de produire une eau potable de qualité satisfaisante, elle n'est pas capable de faire face aux nouveaux défis du domaine du traitement de l'eau comme, par exemple, l'abattement des micropolluants.

Les essais pilotes, qui se sont déroulés entre 2014 et 2016, se sont donc axés sur des technologies permettant d'améliorer les taux d'abattement des microorganismes, des matières en suspension (MES) et des micropolluants. Actuellement, il existe trois méthodes pour abattre les micropolluants : l'adsorption sur charbon actif, la filtration membranaire fine (nanofiltration ou osmose inverse) ou l'oxydation. Trois typologies de mise en œuvre de charbon ont été testées : sous forme de grains (CAG), de micro-grains (CA G) ou de poudre (CAP). Un pilote de nanofiltration (seuil de coupure de 90 Dalton) a également été testé, ainsi qu'un procédé d'oxydation avancée (AOP), qui combine l'ozonation avec une injection de peroxyde d'hydrogène, couplée avec du CAG. Chacun de ces trois procédés présente des spécificités qui lui permettent de mieux abattre certaines molécules par rapport à d'autres. L'étude s'est focalisée sur l'abattement des quatre principaux micropolluants retrouvés en permanence en concentrations les plus élevées dans l'eau du lac Léman : metformine (450 ng/L), 1H-benzotriazole (80 ng/L), gabapentine (30 ng/L) et carbamazépine (20 ng/L).

Hormis un rendement faible de la rétention du 1H-benzotriazole (35%), la filtration membranaire par nanofiltration ou par osmose inverse basse pression permet des abattements supérieurs à 80% pour la majorité des micropolluants. Ce procédé nécessite cependant une étape complémentaire de reminéralisation et peut s'avérer énergivore. L'AOP, couplée avec une étape de filtration sur CAG, permet d'atteindre de bons rendements d'élimination des micropolluants (70%). L'oxydation des micropolluants par l'ozone engendre des sous-produits, aujourd'hui difficilement identifiables et quantifiables. En sus, le risque de formation des bromates est important et l'évolution de ce paramètre doit être attentivement suivie. Le charbon actif, quelque soit sa mise en œuvre, permet un abattement moyen des micropolluants (environ 40%).

La future filière sera composée autour d'une unité d'ultrafiltration (MES et microorganismes). Le traitement des micropolluants sera, lui, assuré soit par une étape d'adsorption sur charbon actif, soit par une étape de nanofiltration ou une combinaison des deux. Le traitement par charbon actif pourrait éventuellement être amélioré par le couplage avec un procédé AOP.

Oratrice invitée

Lundi 12 février

Heure: 13:30 - 14:00

Salle: Géopolis - 1620

MARION JUNGHANS

Centre écotox, Eawag-EPFL

Marion.Junghans@oekotoxzentrum.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

NAWA SPEZ 2015: Ecotoxicological risks in five small Swiss streams within agricultural catchments

Miriam Langer, Marion Junghans, Simon Spycher, Margie Koster, Caroline Baumgartner, Etienne Vermeirssen, Inge Werner

As part of the monitoring programme NAWA SPEZ, the special focus studies under the National Monitoring of Surface Water Quality, five small Swiss rivers were comprehensively examined for plant protection products from the beginning of March to the End of August 2015. This chemical analysis was complemented with several biological investigations.

Measured concentrations of pesticides were used to determine the risk of pesticide mixtures. Using acute and chronic effect-based water quality criteria (QC), we calculated risk quotients (RQ) by dividing the concentration by the QC of single compounds. In a second step RQs of individual compounds were summed to provide separate mixture RQ_{mix} for plants, invertebrates and fish. In all the tested water bodies a chronic mixture risk with RQ_{mix} > 1 was determined. At four of the five sites (Eschelisbach, Weierbach, Mooskanal, Tsatonire) the water quality was classified as poor (RQ_{mix}>10). There was a chronic mixture risk at three sites for almost the entire sampling period. As a consequence, there was no recovery time for aquatic organisms. An acute mixture risk was determined at four sampling points, most notably in Eschelisbach and Weierbach, where again RQ_{mix} greater than 10 were determined.

In addition, it was investigated to what extent the predicted mixture risk of herbicides was consistent with endpoints that are determined in the combined algae test. This test provides information on the inhibition of photosystem II (PS II) and algae growth. Such a biological indicator records the effect of chemical mixtures and allows conclusions to be drawn about compounds that contribute to observed effects. The risk derived from the combined algal test corresponded very well with the calculated mixture risk for PS II inhibitors and in the Tsatonire, PS II inhibiting plant protection products dominated the mixture risk for plants. However, in Weierbach and in Eschelisbach, metazachlor and nicosulfuron dominated the mixture risk for plants, both are herbicides that do not interfere with photosynthesis.

For the detection of insecticides, invertebrate communities were sampled at all sites and an in situ biomonitoring with gammarids was carried out in the Eschelisbach. Increased gammarid mortality was observed at the beginning of June 2015. This is consistent with the time course of the acute mixture risk, which during this period was dominated to more than 78% by the insecticide chlorpyrifos-methyl. The SPEARpesticide index (index which indicates the risk of pesticide contamination in stream communities) also indicated a poor condition for invertebrates in the Eschelisbach.

In this study, the biological investigations proved to be a valuable link between the chemical compound risk assessment and stream biology. They provide an integral picture of the risk and serve as a link between chemical risk assessment and ecological status. A combination of chemical and biological methods is therefore recommended for future investigations.

Présentation orale

Lundi 12 février

Heure: 09:00 - 09:20

Salle: Géopolis - 1620

FLORENCE KJELBERG

Université de Lausanne

Faculté des géosciences et de l'environnement

Florence.Kjelberg@unil.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Quantification de la bioamplification des PCB le long d'une chaîne trophique d'eau douce; rivière la Sorge (CH)

Florence Kjelberg¹, Malika Gyger¹, Nathalie Chèvre¹, Marie-Elodie Perga¹, Christophe Borel¹, Benoît Ferrari²

¹ Faculté des Géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne, 1015 Lausanne, Suisse

² Centre ecotox, Eawag-EPFL, 1015 Lausanne, Suisse

Les polychlorobiphényles (PCB) sont des composés organochlorés largement employés par l'industrie comme fluides isolants dans des condensateurs mais également dans certaines peintures. Après plus de 50 ans d'utilisation, ils ont été totalement interdits en Suisse en 1986. Etant donné leur persistance dans l'environnement et leur potentiel risque pour la santé humaine et environnementale, les PCB suscitent, depuis plusieurs années déjà, un certain intérêt dans le monde scientifique. Ces composés tendent, effectivement, à s'accumuler dans l'environnement ainsi que dans les tissus des organismes grâce à leur faible biodégradabilité et à leur liposolubilité. Au travers des relations proie-prédateur, les concentrations peuvent également se bioamplifier le long des chaînes trophiques. Les polychlorobiphényles se composent, finalement, de 209 congénères, cependant sept de ces composés (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) sont plus fréquemment détectés dans l'environnement. Ils sont ainsi considérés comme des « PCB indicateurs » à rechercher en priorité lors des analyses.

Cette étude s'intéresse à la rivière de la Sorge et cherche à évaluer la capacité bioamplificatrice des PCB le long d'une chaîne trophique. Cette dernière a été identifiée à l'aide des analyses isotopiques de carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et d'azote ($\delta^{15}\text{N}$). Les matrices étudiées sont les sédiments, le périphyton, les détritiques végétaux, les macroinvertébrés et les truites de rivière. Les concentrations des 7 congénères indicateurs ont été quantifiées sur l'ensemble de ces substrats et organismes échantillonnés. La bioamplification est finalement évaluée à l'aide du facteur d'amplification trophique (TMF), déterminé par les concentrations et les niveaux trophiques des matrices.

Les résultats actuels de l'étude montrent que les congénères 153 et 138 sont les plus présents en mars pour l'ensemble des matrices. Cependant, seul le congénère 153 domine au mois de juin. Quantitativement, les concentrations augmentent du sédiment au poisson en passant par le périphyton, les détritiques végétaux et les gammars. Il est cependant trop tôt d'affirmer avec certitude qu'il y a réellement bioamplification le long de cette chaîne trophique. Des tests de significativité entre les concentrations mesurées sont néanmoins en cours de réalisation afin de pouvoir répondre à cette hypothèse. Finalement, la norme environnementale européenne n'est pas dépassée pour l'ensemble des poissons analysés.

Présentation orale

Lundi 12 février

Heure: 14:20 - 14:40

Salle: Géopolis - 1620

NATHALIE MÉNÉTREY

DGE- Biologie des eaux
nathalie.menetrey@vd.ch

ET

CÉCILE PLAGELLAT

DGE - Protection des eaux
cecile.plagellat@vd.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Succès du programme de réduction des pesticides dans le Boiron de Morges

Face à une présence répétée de produits phytosanitaires en concentrations excessives et à la mauvaise qualité biologique du Boiron de Morges, le canton de Vaud a initié en 2005 un projet pilote pour diminuer la concentration des pesticides dans le cours d'eau. Le projet est actuellement dans sa troisième phase (2017-2022). Le principe général est que les agriculteurs prennent des mesures de lutte sur une base volontaire telles que l'arrêt des herbicides ou la création de prairies temporaires. Les coûts supplémentaires ou les pertes de rendement sont indemnisés par la Confédération, les cantons et les communes.

Afin de vérifier l'efficacité du projet, des prélèvements ont été effectués chaque année sur six stations de prélèvements pour la biologie, dont trois combinées avec la chimie.

Les résultats de plus de 10 ans de surveillance de ce bassin versant le plus étudié de Suisse vous sont ainsi présentés ici.

Les mesures de réduction d'utilisation des pesticides prises par plus de 80 % des exploitants ont permis d'améliorer la qualité chimique (concentrations en pesticides) et biologique du cours d'eau.

Pour la première fois en 2016, mais aussi en 2017, une bonne qualité biologique jusqu'à l'embouchure du Boiron dans le Léman a été observée avec un nombre d'insectes sensibles qui a doublé depuis le lancement du projet. Il a ainsi pu être montré que les indicateurs biologiques, au niveau de différents indices testés ou des groupes les plus sensibles, sont globalement pertinents pour souligner l'amélioration de la qualité de l'eau de la rivière.

L'expérience acquise sur le Boiron sera très utile pour décliner un plan d'action cantonal et au niveau Suisse.

Présentation orale

Lundi 12 février

Heure: 14:40 - 15:00

Salle: Géopolis - 1620

ERIC MENNEL

Etat de Fribourg - Service de protection des eaux

eric.mennel@fr.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

La gestion globale des eaux : mieux vaut prévenir que guérir ?

Dès 1950, les premières installations de protection des eaux ont été construites par les communes. Elles ont permis d'écartier les principaux dangers menaçant la santé et les écosystèmes et d'améliorer sensiblement la qualité des eaux. Cependant, un appauvrissement des milieux aquatiques et une détérioration des ressources sont encore constatés.

Les mesures d'épuration des eaux mises en place ne suffisent plus à traiter toutes les substances polluantes et l'aménagement des cours d'eau a perturbé leurs fonctions écologiques. A cela s'ajoutent l'importante croissance du canton, l'augmentation des utilisations de l'eau et le vieillissement des infrastructures.

Suite à ces constats, une nouvelle loi cantonale sur les eaux est entrée en vigueur en 2011. Elle impose une gestion globale des eaux, en prenant en compte sa protection, ses diverses utilisations et les mesures nécessaires pour se protéger contre les crues.

Si le canton conserve des tâches pour donner un cadre (planification cantonale) et assurer le pilotage, le rôle principal pour sa mise en oeuvre revient toutefois aux communes. Elles doivent se regrouper en bassins versants afin de gérer à la bonne échelle les eaux d'une région. Elles travailleront ensemble (planification par bassin versant) afin d'optimiser leur organisation et de limiter les coûts des mesures nécessaires en tirant profit des économies d'échelle.

Les périmètres des 15 bassins versants du canton ont été fixés par le Conseil d'Etat en 2014. Ils ont été définis sur la base de critères hydrographiques, mais également de manière à s'adapter au mieux aux limites des institutions existantes (communes, associations d'épuration,...).

La gestion des eaux doit être évolutive. Le canton s'assurera de l'efficacité des mesures d'exécution des planifications en procédant à une surveillance régulière de l'état des eaux. Sur cette base, un réexamen des planifications cantonale et par bassin versant est prévu tous les dix ans.

Concernant le financement, l'Etat prend en charge les tâches de gestion des eaux au niveau cantonal (études financières et techniques, surveillance de l'état des eaux). Au niveau régional, les communes peuvent créer un fonds alimenté par une redevance de 5 centimes par mètre cube d'eau consommée pour les tâches à réaliser dans leur bassin versant.

Dès 2012 et jusqu'en 2018, l'Etat élabore la planification cantonale, destinée à mettre en évidence les lacunes qu'il faut encore combler et à définir les objectifs qui doivent être concrétisés à moyen terme. Les communes réaliseront ensuite les plans directeurs de bassin versant de 2020 à 2024. Ils préciseront les objectifs et les mesures à prendre pour la gestion globale des eaux. Ils indiqueront également les coûts des mesures, les délais et l'autorité d'exécution.

Le Service de l'environnement soutient les communes dans la mise en oeuvre d'une gestion globale des eaux à par bassin versant. Il met à disposition de nombreuses informations concernant l'eau en général et la gestion des eaux en particulier sur un site dédié au domaine de l'eau (www.fr.ch/eau).

Indicateurs chimiques de performances de traitement des micropolluants par ozonation tertiaire : application sur la station d'épuration de Sophia-Antipolis

Ywann Penru¹, Jean-marc Choubert², Amélie Guillon¹, Marina Coquery², Cecile Miège², Samuel Martin¹, Mar Esperanza¹

¹ SUEZ

² Irstea

Les micropolluants émergents (e.g. certains résidus pharmaceutiques, hormones et pesticides dont ceux de la liste de vigilance de la Décision européenne d'exécution 2015/495), même s'ils ne sont pour l'instant pas tous réglementés, peuvent affecter la santé des écosystèmes et en conséquence la santé humaine. Or, dans les rejets de stations d'épuration domestiques, on mesure fréquemment des micropolluants, réfractaires au traitement car peu biodégradables ou dont leurs concentrations très élevées en entrée de station d'épuration font qu'ils sont encore présents dans les effluents, malgré un fort abattement.

L'ozonation tertiaire se développe fortement en Europe, avec notamment l'installation de ce procédé sur la station d'épuration de Sophia-Antipolis (06). L'efficacité d'élimination des micropolluants a été étudiée dans le cadre du projet Micropolis-Procédé, co-financé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. Dans ce projet, sont pris en compte en particulier les variations de performance de la filière amont et les conditions de fonctionnement.

Dans ce but, une dizaine de campagnes d'échantillonnage a été réalisée pour différentes conditions de fonctionnement (dose d'ozone) et de compositions physico-chimique de l'effluent en entrée d'ozonation notamment en dégradant volontairement le fonctionnement du traitement biologique en amont (Tableau 1). Lors des campagnes réalisées sur 3h, les doses d'ozone transférées étaient comprises entre 3,4 et 12,7 gO₃/m³, correspondant à des doses d'ozone spécifiques comprises entre 0,5 et 1,6 gO₃/gC, et le temps de séjour hydraulique moyen était compris entre 11 et 16 min. Au total 53 substances organiques ont été analysées. Cela inclut 15 hormones, 7 pesticides, 26 composés pharmaceutiques et 5 métabolites et/ou produits de dégradation (de composés pharmaceutiques et pesticides). Ces substances ont été choisies en fonction de leur occurrence dans les eaux traitées, de leurs propriétés physico-chimiques, de leur toxicité, de la législation et également de leur limite de quantification (LQ) et de la disponibilité d'une méthode analytique fiable.

Les résultats obtenus ont permis de définir des paramètres de fonctionnement et des indicateurs chimiques essentiels à l'évaluation des performances de traitement des micropolluants par ozonation tertiaire (dose d'ozone transférée ; qualité de l'effluent secondaire : carbone organique dissous, nitrite) et leur influence sur les performances de traitement des micropolluants. Des micropolluants ont été sélectionnés comme « indicateurs » témoins des performances du traitement par ozonation tertiaire, sur la base de leur fréquence de quantification (>80%), des concentrations mesurées dans l'effluent secondaire et de leur réactivité avec l'ozone. Ces indicateurs chimiques ont été répartis en 3 groupes en fonction de leur réactivité avec l'ozone, sur la base des constantes cinétiques de second ordre disponibles dans la littérature scientifique ou déterminées lors d'expériences en conditions contrôlées dans le cadre du projet (Mathon et al., 2015).

[suite à la prochaine page]

Il est possible de définir la dose d'ozone requise en fonction de l'objectif de traitement visé. La dose d'ozone spécifiques (hors consommation par les nitrites) pour atteindre un rendement d'élimination de 80% a pu être déterminée pour chacune des catégories d'indicateurs. Il apparaît clairement que suivant le micropolluant, la dose d'ozone spécifique à transférer peut varier de moins de 0,4 gO₃/gCOD à près de 0,9 gO₃/gCOD.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

SOFIA PEREIRA DOS SANTOS

Université de Lausanne

sofia.pereiradossantos@unil.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Dans quelles mesures les substances composant les teintures capillaires peuvent-elles avoir une influence sur l'environnement?

Les teintures capillaires permanentes synthétiques représentent plus de 50% des colorations pratiquées dans un pays voisin, la France. Pourtant, ce type de coloration comporte des risques allergènes bien connus. Une question se pose alors: les teintures capillaires peuvent-elles avoir une influence sur l'environnement? Pour répondre à cette question, plusieurs teintures permanentes différentes ont été sélectionnées pour en relever les listes de composition. Ensuite, des indices de quantité ont été estimés, puis finalement des valeurs seuils d'écotoxicité ou de toxicité, ainsi que la classification établie par le Système Général Harmonisé de Classification et d'Etiquetage des Produits Chimiques (SGH), ont été recherchés. Au terme de l'analyse, 211 composants ont été relevés et deux listes ont pu être réalisées. La première est une liste de 15 substances avec un indice de quantité décroissant, et la deuxième est une liste de 9 substances classées comme dangereuses pour la santé et le milieu aquatique. À partir de ces deux listes, 22 composants pouvant potentiellement avoir un impact sur l'environnement ont été classés comme substances à surveiller. Les données étant très lacunaires, voire dans certains cas inexistantes, des analyses supplémentaires d'ordre toxicologiques et écotoxicologiques suivies de tests de risques seraient nécessaires pour parvenir à une conclusion plus fiable et pertinente. Une attention plus particulière devrait être apportée aux substances composant non seulement les teintures mais aussi les cosmétiques en général. Les connaissances sont assez limitées pour le moment et pourraient plus tard révéler des effets relativement néfastes, comme il a déjà été le cas dans le passé, pour d'autres substances synthétiques.

Impact des rejets pluviaux urbains dans le milieu karstique

Luca Rossi¹, Benoit Ferrari², Pierre Schneider³, Etienne Vermeirssen², Serge Santiago³, Denis Blant⁵, Frédéric Jordan¹, Carmen Casado-Martinez²

¹ Hydrique Ingénieurs

² Centre Ecotox Lausanne

³ Ville de La Chaux-de-Fonds

⁴ SOLUVAL

⁵ ISSKA

La gestion des eaux en milieu karstique est particulièrement complexe dans cet environnement géologique particulier. En effet, les écoulements souterrains peuvent varier fortement, du coup les impacts de sources ponctuelles de rejets comme des rejets de stations d'épurations ou des rejets pluviaux urbains (déversoir d'orage, eaux de ruissellement) sont difficiles à appréhender. Néanmoins, le milieu karstique est particulièrement sensible aux contaminations, notamment en lien avec l'alimentation en eau potable. Il est donc nécessaire de planifier des mesures de protection des eaux aussi efficaces que possible.

Dans le cadre de son Plan Général d'Evacuation des Eaux (PGEE), la Ville de la Chaux-de-Fonds a estimé les impacts de ses rejets sur les milieux récepteurs. Les eaux rejetées par la Ville s'infiltrent en effet dans le karst et se retrouvent de manière plus ou moins diffuse dans la rivière La Ronde et le Doubs. Cette dernière rivière représente un écosystème particulièrement riche et fait l'objet de préoccupations environnementales importantes, en lien notamment avec une espèce de poisson en voie de disparition.

L'estimation des impacts des rejets s'appuie sur l'approche STORM développée par l'association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA). L'approche STORM est basée sur un principe de type « immission », pour laquelle les caractéristiques du milieu jouent un rôle clé. La méthodologie utilisée se base ainsi sur les données de qualité des eaux du milieu récepteur, la modélisation des rejets et la validation du modèle sur la base d'échantillons prélevés en des endroits clés du système.

Dans un premier temps, l'ensemble des données disponibles sur les milieux récepteurs ont été compilées et structurées en se basant sur le système modulaire gradué de la Confédération.

Un modèle de simulation stochastique développé dans le cadre de STORM (REBEKA II) a été utilisé pour estimer globalement les impacts de la Ville sur les milieux récepteurs, à savoir La Ronde dans un premier temps, puis le Doubs. Un premier test de plausibilité a été effectué avec ce modèle, afin de comparer les résultats avec les données disponibles sur ces cours d'eau. Une probabilité d'impact importante au niveau des sédiments a été modélisée sur La Ronde, correspondant aux observations déjà disponibles. Un impact potentiel des rejets pluviaux urbains a été identifié par le modèle sur le Doubs. Sur la base de ces résultats, cinq points de rejets ont été sélectionnés et des prélèvements de sédiments ont été effectués afin de valider le modèle. Des analyses chimiques sur sédiments (métaux lourds, HAPs, PCB) ainsi que des tests écotoxicologiques ont été réalisées sur ces échantillons (*Daphnia magna*, Microtox®, *Brachionus calyciflorus* et *Pseudokirchneriella subcapitata*), ainsi que des tests complémentaires sur Ostracode et sur le potentiel oestrogénique (Test L-YES).

Les résultats montrent des impacts potentiels des rejets en différents sites au niveau sédimentaire, que ce soit au niveau des contaminations chimique et / ou des tests écotoxicologiques. Le modèle de simulation a pu être validé et sera utilisé pour la mise en place et le dimensionnement de solutions techniques destinées à limiter les impacts des rejets.

Vivre longtemps mais pas vivre mieux : dynamique des populations de poissons d'eau douce en France et corrélations avec les traits de vie des espèces

Santos Raphael^{1,3}, Poulet Nicolas², Cattaneo Franck³, Besnard Aurélien¹

¹ EPHE, PSL Research University, CNRS, UM, SupAgro, IRD, INRA, UMR 5175 CEFE, F-34293 Montpellier, France

² Département Ecohydraulique, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques ; Institut des Mécaniques des Fluides ; Institut national de la Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture, Toulouse, France

³ HEPIA, University of Applied Sciences Western Switzerland, Ecology and Engineering of Aquatic systems research group, 150 Route de Presinge, CH-1254 Jussy, Switzerland

La conservation des milieux aquatiques représente un enjeu majeur pour les prochaines décennies d'un point de vue sociétal, économique mais aussi concernant la protection de la biodiversité. En effet, les écosystèmes d'eau douce abritent 9.5 % des espèces animales dont la survie est menacée par différentes pressions d'origine anthropique. En Europe, les poissons correspondent au second taxa le plus menacé d'extinction du fait que 37 % des espèces sont à risque d'extinction et 2,5 % d'entre elles ont d'ores et déjà disparues, majoritairement des Salmonidés. Afin d'établir des stratégies de conservation efficaces, il est nécessaire de connaître l'évolution de la dynamique des populations des espèces d'intérêt au cours des dernières décennies. Dans le cadre de ce travail, nous avons déterminé les taux de croissance en abondance et en biomasse des populations, ainsi que l'évolution de la taille individuelle des 18 espèces les représentées dans le jeu de données. Pour cela nous avons analysé les jeux de données récoltés en France au cours de programme de biosurveillance menés sur 546 sites depuis 1990 par l'Agence Française de la Biodiversité. Afin d'identifier les traits de vie influençant la dynamique des populations et mettre en place des mesures de gestion appropriées, Nous avons vérifié si les taux de croissance et l'évolution des tailles individuelles pouvaient être reliés à différentes stratégies de vie établies à partir d'une série de trait biologiques. Les résultats mettent en évidence que parmi les 18 espèces, représentant 94 % de l'abondance et 88 % de la biomasse capturée, 10 espèces déclinent, 5 sont stables et 3 sont en expansion. Les espèces à cycle de vie long (longue durée de vie, maturité sexuelle tardive) sont des espèces qui déclinent tandis que les espèces à cycle de vie court sont en expansion ou stable en termes d'abondance et de biomasse. Ces résultats seront discutés au vu des statuts actuels de conservation des principales espèces (truites, brochets, anguille européennes, perches, brèmes, vandoise et rotengle) et des pressions expliquant les tendances observées, en considérant les pressions hydro-morphologiques et la qualité chimique des milieux aquatiques.

Poster

Lundi 12 février

Heure: 10:00 - 10:30

15:00-15:30

RAPHAEL SANTOS

INERIS - Hepia

raphael.santos@hesge.ch

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?

Evaluation des risques écologiques liés à la présence de micropolluants dans les rivières pour les espèces piscicoles

Santos Raphael^{1,2,6}, Besnard Aurélien⁴, Bony Sylvie^{2,3}, Sanchez Wilfried^{1,5}, Devaux Alain^{2,3}

¹ Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Unité d'écotoxicologie in vitro et in vivo, BP 2, F-60550 Verneuil en Halatte, France

² Université de Lyon, UMR 5023 LEHNA, F-69100, Villeurbanne, France

³ INRA, USC LEHNA 1369, ENTPE, F-69518, Vaulx en Velin, France

⁴ EPHE, PSL Research University, CNRS, UM, SupAgro, IRD, INRA, UMR 5175 CEFE, F-34293 Montpellier, France

⁵ UMR-I 02 Stress Environnementaux et BIOSurveillance des milieux aquatiques, INERIS, Université de Reims Champagne Ardenne, Université du Havre, France

⁶ HEPIA, University of Applied Sciences Western Switzerland, Ecology and Engineering of Aquatic systems research group, 150 Route de Presinge, CH-1254 Jussy, Switzerland

La pollution des cours d'eau est une pression majeure pouvant expliquer les déclinés de la faune piscicole à l'échelle globale. Développer des outils permettant d'évaluer les risques écologiques liés à la contamination des milieux aquatiques est donc devenu un enjeu majeur de conservation de la biodiversité. Si dans le cadre Européen de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), des mesures chimiques et des données écologiques sont collectées pour la biosurveillance, il est aujourd'hui recommandé d'évaluer les risques de toxicité à l'échelle individuelle pour détecter des réponses précoces au niveau des organismes exposés. Dans ce but, nous avons utilisé sur le terrain des biomarqueurs destinés à être développés à large échelle pour de la biosurveillance. Les biomarqueurs correspondent à des paramètres biologiques mesurés chez les organismes permettant de mettre en évidence des dysfonctionnements physiologiques ou apportant des preuves de l'exposition des individus. Au cours de ce travail, une batterie de 9 biomarqueurs a été déployée afin de mesurer des paramètres physiologiques liés à la métabolisation des polluants, au stress oxydant, à la génotoxicité ou à la neurotoxicité chez une espèce de poisson, l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*). Dans le cadre de ce travail les réponses mesurées pour différents biomarqueurs (génotoxicité et stress oxydant) se sont avérées particulièrement pertinentes afin de discriminer les sites sous pressions urbaines où la physiologie des poissons était altérée. Le lien entre l'induction d'un stress génotoxique et la perturbation de la reproduction a aussi été estimé à travers la réalisation de fertilisation in-vitro avec des poissons issus de sites sous pressions chimiques de nature différentes. Ainsi, nous avons pu mettre en évidence des perturbations de la reproduction au niveau des sites contaminés par rapport au site référence. Enfin, un indice chimique, un indice biomarqueur ainsi qu'un indice écologique de l'état des communautés piscicoles ont été calculés et intégrés dans une matrice de décision afin de clairement mettre en évidence la complémentarité de ces outils pour réaliser un diagnostic des risques écologiques par les questionnaires de l'environnement.

La station d'épuration, première barrière contre la pollution aux microplastiques avant le milieu aquatique naturel : méthode et performances

Thibaut Saur¹, Mar Esperanza¹, Maria-Luiza Pedrotti², Alix Gosset³, Jérôme Albertini³, Jean-François Loret¹, Arnaud Rostan³, Stéphanie Petit², Bruno Barillon¹

¹ CIRSEE SUEZ

² Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer (CNRS/UPMC)

³ Suez International

Le projet « MICROPLASTIC : Pollution aux microplastiques: détection, risques et remédiation à l'interface terre-mer », porté par SUEZ, a été sélectionné et est financé par le Fonds Interministériel Unique 20 (France). Il réunit plusieurs organismes et laboratoires publics : l'Ifremer, le CNRS (LEMAR, LOV), l'Université Pierre et Marie Curie, le Laboce, ainsi que des sociétés privées telles que SUEZ, Sispia, Evosens et Sedisor. Le projet est labellisé par trois Pôles de compétitivité français: Pôle Mer Méditerranée, Pôle Mer Bretagne Atlantique et le Pôle Advancity. Les microplastiques, pollution encore émergente mais de plus en plus reconnue comme problématique importante, se définit par des fragments de plastiques de tailles comprises entre 5 mm et 0,1 µm.

La présence de ces déchets microplastiques dans l'environnement marin induit une menace pour l'écosystème. D'une part, la faune marine peut potentiellement ingérer ces particules plastiques susceptibles de causer des dommages internes, réduire l'alimentation, perturber le système digestif ou l'équilibre hormonal et impacter sur la reproduction. D'autre part, les microplastiques sont vecteurs de micropolluants tels que les phtalates, hydrocarbures, PCB...

Le traitement des eaux résiduaires constitue le premier rempart avant le milieu naturel. Cette communication se focalise donc sur le comportement des microfibrilles plastiques en station d'épuration. Dans un premier temps, le travail a consisté à élaborer des méthodologies d'échantillonnage et analytiques adéquates au milieu du traitement des eaux. Ainsi, des recommandations ont été formulées pour limiter au maximum la contamination, de même qu'une stratégie d'évaluation de la contamination inévitable. De même, des analyses de quantification des microfibrilles plastiques ont été imaginées et mises en œuvre.

Ces méthodologies ont été confrontées par une étude terrain. L'étude a notamment témoigné qu'une évaluation de la contamination via la mise en place d'une stratégie de blancs d'échantillonnage était en effet absolument nécessaire. Ces blancs permettent d'évaluer la contamination due à l'air ambiant, à la méthode d'échantillonnage et à la méthodologie analytique. Les blancs ont révélé une quantité importante de fibres de microplastique, limitant le rendement maximal mesurable. Mesurer un rendement d'élimination de 100 % n'est pas possible. Néanmoins, la campagne de terrain a permis d'obtenir des rendements d'élimination de l'ordre 96 % sur les procédés membranaires. Il a été démontré qu'il n'y avait aucune différence significative des quantités de fibres microplastiques entre l'eau traitée (rejet en milieu récepteur) et les blancs, les deux types d'échantillons avoisinant les 30 microfibrilles par litre.

Ces méthodes et ces résultats permettent par leur caractère opérationnel de mieux appréhender cette nouvelle pollution et d'évaluer le rôle de la station d'épuration dans le traitement des microfibrilles plastiques.

Session: Pollution des eaux : quels outils pour une gestion durable ?**Évaluation des sources et du devenir de la contamination par les nitrates dans un aquifère peu profond d'un bassin versant agricole**

Katayoon Shahroozi¹, Jasquelin Peña¹, Torsten Vennem¹

¹ Institut des dynamiques de la surface terrestre, Université de Lausanne

Les eaux souterraines fournissent une source importante d'eau potable pour la population du monde et la seule source pour beaucoup de communautés rurales et urbaines. En Suisse, les eaux souterraines constituent la source la plus importante de l'eau potable (environ 80 %). La contamination des eaux souterraines peut avoir comme conséquences une eau de mauvaise qualité, des problèmes de santé, la diminution de l'approvisionnement en eau, des coûts élevés de traitement et d'identification des sources alternatives. Par conséquent, la protection des ressources d'eaux souterraines contre la contamination est cruciale.

Ces dernières années, les concentrations de nitrate ont augmenté en raison des activités industrielles et agricoles intensives, du stockage des déchets organiques des élevages d'animaux ou des rejets des fosses septiques dans les bassins vers les nappes phréatiques. En dépit des efforts croissants pour réduire les apports de nitrate dans les eaux souterraines, le nitrate reste un polluant important des ressources d'eau potable. La gestion et la réduction de concentrations en nitrate des eaux souterraines exigent ainsi une compréhension des différentes sources d'azote et des mécanismes de contamination comprenant des processus hydrologiques et biogéochimiques qui effectuent la spéciation des apports d'azote. Une étude complète à ce sujet permettra le développement de politiques agricoles favorables à l'environnement pour maintenir et améliorer la qualité des eaux souterraines.

Dans cette étude, les sources du nitrate dans le bassin versant qui fournit l'eau à la région de Morges (avec une population d'environ 20'000 habitants) et les facteurs influençant la contamination en nitrate des eaux souterraines comme la lithologie et le type du sol, la température et la précipitation sont évalués. Des échantillons d'eaux souterraines ont été collectés pendant trois saisons différentes des piézomètres existants dans la région autour de Montricher (Vaud), un bassin avec la superficie de 11.73 km² et la source de l'eau potable de Morges.

Des échantillons d'eau ont été analysés en termes de composition des cations et des anions majeurs et de la qualité des eaux souterraines. Les compositions des isotopes stables de l'oxygène et de l'hydrogène ont été employées pour déterminer l'origine de l'eau dans le bassin. Les isotopes de l'azote et de l'oxygène du nitrate sont également utilisés pour comprendre les sources de contamination (telles que les engrais synthétiques et organiques) afin de contrôler efficacement la qualité des eaux souterraines.

Les résultats ont montré que les échantillons d'eau sont de type Ca²⁺- HCO₃⁻. La teneur en nitrate dans quelques piézomètres dépasse la valeur de qualité de 25 mg/l et, dans quelques rares cas, dépasse la valeur de tolérance de 40 mg/l. Compte tenu du fait que le bassin versant est dominé par les zones agricoles (51%), les valeurs relativement élevées de nitrate dans l'aquifère peu profond suggèrent une influence directe de l'utilisation des sols sur la qualité des eaux souterraines.

Résultats d'une campagne d'échantillonnage collaborative du sédiment dans le cadre d'une harmonisation des méthodes de prélèvement au niveau Suisse

Michel Wildi¹, Nathalie Dubois², Carmen Casado-Martinez¹, Benoit Ferrari¹, Inge Werner¹,

¹ Centre suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag-EPFL

² Département des Eaux de Surface Eawag

En Suisse, il incombe aux 26 cantons d'appliquer les exigences de l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux) qui stipule que le sédiment ne contienne ni substances de synthèse persistantes, ni d'autres substances pouvant s'y accumuler et avoir un effet néfaste sur la biocénose. En l'absence de recommandations claires au niveau suisse, les techniques de prélèvement, de prétraitement ainsi que d'extraction du sédiment diffèrent substantiellement d'un canton à l'autre ce qui rend la comparabilité des résultats ainsi que leur interprétation difficile à l'échelle nationale. En 2015, le Centre Ecotox en collaboration avec l'OFEV a lancé un projet d'harmonisation des méthodes avec l'élaboration d'un module "sédiment" pour le Système Modulaire Gradué. Les résultats d'un essai d'intercomparaison entre une première proposition d'une méthode harmonisée et les méthodes actuelles des cantons sont présentés sur ce poster.

Une première proposition de protocole harmonisé a été réalisée en prenant en compte des informations récoltées auprès des cantons ainsi que l'état des connaissances actuelles sur le sujet. Après approbation de ce protocole par un groupe d'experts, un essai d'intercomparaison sur le terrain a été effectué. Cet essai devait permettre de comparer la méthode proposée à celles utilisées par différents cantons et de renseigner sur la répétabilité de celle-ci, la variabilité entre opérateurs, l'influence de la fraction considérée (sédiment total 2 mm ou fine 63 µm) et du type d'extraction effectué sur l'analyse des métaux. Tous les échantillons ont été extraits et analysés par le même laboratoire pour minimiser cette source de variabilité.

Huit des 14 laboratoires cantonaux effectuant plus ou moins régulièrement de l'échantillonnage sur le sédiment ont participé à cet essai collaboratif (2016). Les 14 sites échantillonnés étaient représentatifs de régimes hydrodynamiques et de sources de pollution très différentes. Les analyses granulométriques ont démontré qu'une grande majorité des sites investigués correspondait à du sédiment sableux à sableux limoneux. Les concentrations en métaux traces étaient comprises entre les concentrations de fond jusqu'à des niveaux de contamination importants. Il ressort de cette étude que les opérateurs cantonaux ont pu mettre en application la méthode harmonisée sans difficulté et que les résultats obtenus ne diffèrent pas significativement d'un opérateur familier de la méthode. De plus, un coefficient de répétabilité de la méthode a pu être déterminé pour six métaux traces usuellement quantifiés par les laboratoires cantonaux. La différence entre les concentrations déterminées selon la méthode harmonisée et celles des cantons varie selon les caractéristiques intrinsèques du site (concentration et granulométrie) mais surtout de la taille sélectionnée pour le tamisage (2 mm ou 63 µm). La méthode harmonisée se base sur l'analyse des concentrations sur le sédiment total (2mm) afin de pouvoir évaluer le risque écotoxicologique. Cependant, une majorité des cantons considèrent la fraction fine (63 µm) afin de définir des tendances temporelles et spatiales. Seule une analyse en doublon ou une normalisation avec une incertitude associée acceptable peut être considérée pour remplir ces différents objectifs.