



Centre de recherche
en écotoxicologie
du Québec



Colloque Conjoint ECOBIM – EcotoQ

Les approches diagnostiques non-ciblées en écotoxicologie

Québec
31 mai – 2 juin 2023

PROGRAMME

Mot du comité organisateur du colloque

Bienvenue à cette rencontre annuelle d'Ecobim et d'EcotoQ dans la ville de Québec, la capitale nationale. Nous sommes heureux de vous accueillir pour cette 18^e édition du colloque annuel d'Ecobim qui se tient conjointement avec le 4^e colloque annuel d'EcotoQ dans les locaux du Centre Eau Terre Environnement de l'INRS et de l'École nationale d'administration publique.

Le réseau international ECOBIM rassemble des équipes de recherche du monde francophone dans des actions de collaborations bilatérales dans le domaine de l'écotoxicologie des milieux aquatiques sur un axe transatlantique. Le Réseau compte aussi parmi ses adhérents des acteurs du monde économique et culturel : exploitants de ressources aquacoles, parcs, aquariums, etc. Une large place est offerte aux étudiantes et étudiants aux cycles supérieurs.

Le centre de recherche en écotoxicologie du Québec est un regroupement stratégique de chercheurs canadiens et internationaux en écotoxicologie financé par le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies. La mission d'EcotoQ est de documenter la présence et le devenir de divers contaminants dans l'environnement (eau, air, sol et biote), et d'en étudier leurs effets sur la faune et la flore. Il s'agit d'un regroupement unique au Québec, formé d'experts en chimie environnementale, en biologie et en génie de l'environnement.

Nous nous rassemblons autour de la thématique « Les approches diagnostiques non-ciblées en écotoxicologie ». Nous savons que les stress sur l'environnement et nos milieux de vie sont multiples et variés. Nos outils technologiques pour mesurer les sources de ces stress et leurs effets sur le vivant sont performants, continuellement améliorés et de nouveaux sont développés. Chaque projet de recherche en écotoxicologie pose bien sûr une question précise, mais les approches par les analyses non-ciblées biologiques, biochimiques et chimiques sont de plus en plus au cœur de la stratégie scientifique mise en place pour répondre à cette question. Se pose alors le défi de comprendre et interpréter la quantité phénoménale d'information générée. C'est cette démarche, que nous pouvons qualifier d'écotoxicologie globale, qui sera le thème central de ce colloque conjoint.

Ce conjoint colloque se veut d'offrir une belle occasion aux chercheur.e.s des milieux universitaires, gouvernementaux, privés, aux spécialistes de l'environnement, aux étudiant.e.s et stagiaires, aux professionnel.le.s de recherche de partager une même tribune d'échange. Nous vous souhaitons de belles découvertes et des rencontres fructueuses. Que ces trois journées soient riches et stimulantes.

Le comité d'organisation

Comité organisateur

Michel Auffret, Université de Brest
Richard Saint-Louis, UQAR
Mohamed Banni, ISBM Monastir
Patrice Couture, INRS-ETE
Lise Parent, TELUQ
Maeva Giraud, Université de Sorbonne
Sarah Zapata, INRS-ETE
Isbath Sanni, INRS-ETE
Laura Malbezin, INRS-ETE
Sophia Ferchiou, INRS-AFSB
Frédéric Silvestre, Université de Namur

Activités étudiantes et formation

Sophia Ferchiou, INRS-AFSB
Fernanda Cruz, UQAM
Marie Lefranc, UQAM
Marie-Eve Blanchette, INRS
Yannick Nombre, UQAM
Léna Guimard, INRS-ETE
Laura Malbezin, INRS-ETE
Coralie Turquois, UQAM
Judith Lord, UQAM

Édition du programme

Isbath Sanni, INRS- ETE
Sarah Zapata, INRS- ETE
Maeva Giraud, ECCC

Comité scientifique

Michel Auffret, Université de Brest
Richard Saint-Louis, UQAR
Patrice Couture, INRS
Claude Fortin, INRS
Maeva Giraud, Université de Sorbonne
Pedro Segura, UdeS
Jonathan Verreault, UQAM
Isbath Sanni, INRS
Laura Malbezin, INRS
Sophia Ferchiou, INRS
Mathilde Oger, Université de Namur
Mahaut Beghin, Université de Namur

Sous-comité pour la table ronde

Michel Auffret, Université de Brest
Richard Saint-Louis, UQAR
Patrice Couture, INRS-ETE
Maeva Giraud, Université de Sorbonne

Comité de la logistique et des inscriptions

Isbath Sanni, INRS
Sarah Zapata, INRS

Nos partenaires

Le comité organisateur du colloque remercie sincèrement tous les partenaires pour leur généreuse contribution.

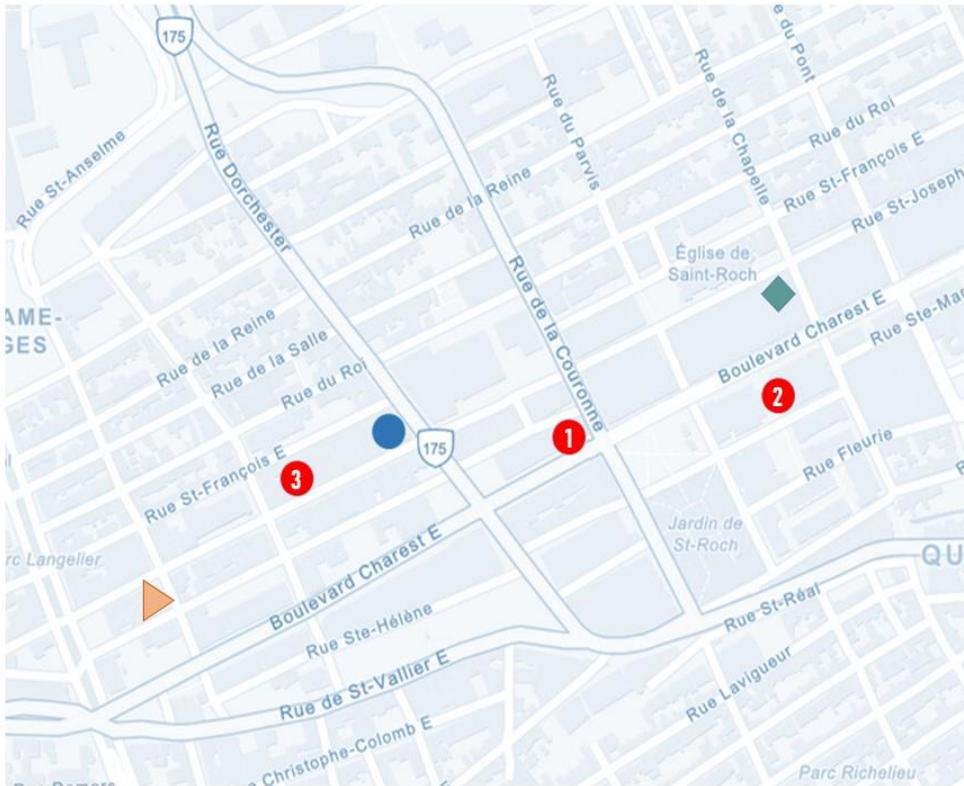


Institut national
de la recherche
scientifique



McGill





Lieux des activités du colloque

- 1 Centre Eau Terre Environnement (INRS)
- 2 École nationale d'administration publique (ENAP)
- 3 District Saint-Joseph

Restaurants suggérés

Il y a de nombreux restaurants pour tous les goûts sur la rue Saint-Joseph Est (basse ville).

Voici quelques suggestions pratiques:

- Le Bureau de Poste 🗣️ 🌿 \$

Très abordable (≤ 10 \$), proche de le Korrigane donc pratique pour souper avant l'évènement de jeudi soir. Toutefois, la musique d'ambiance est très forte.

- ▶️ Nina Pizza Napolitaine 🌿 \$\$

Pour les amateurs de pizzas, on se croirait presque en Italie. Nourriture de qualité, mais c'est un peu cher (≈ 25 \$).

- ◆ La Galette Libanaise 🌿 \$

Parfait pour manger sur le pouce : assis, à l'intérieur, à l'extérieur, ou même en marchant. Prix moyen (≈ 15 \$). Options végétariennes et végétaliennes disponibles.

Quelques autres recommandations : Thai express (\$), Deux 22 (\$\$), Café Pékoe (\$), Birra & Basta (\$\$), Poutineville (\$)

Plan des salles du colloque

- L'accueil des participant.e.s, les pause-café et les sessions d'affiches auront lieu à l'INRS
- Toutes les conférences se tiendront à l'ENAP
- Les assemblées générales d'EcotoQ et d'Ecobim auront lieu à l'INRS

Soirée grand public

Conférence : les contaminants émergents dans l'environnement



Sébastien Sauvé

Professeur titulaire en chimie environnementale à l'Université de Montréal. Sébastien Sauvé a près de 300 articles scientifiques et chapitres de livres à son actif traitant d'une variété de sujets allant de l'étude des sols contaminés, de l'économie circulaire, des algues bleu-vert, de l'analyse en ultra-trace par spectrométrie de masse ainsi que des impacts des contaminants émergents sur la santé et l'environnement. Il est particulièrement actif pour vulgariser sa recherche avec plus de 200 interventions dans les médias. Il a reçu le prix Michel-Jurdant en Environnement de l'ACFAS en 2020.

Résumé

Que sont les contaminants d'intérêt émergent ? L'utilisation croissante des médicaments, des produits de soins personnels, de pesticides, de produits variés comme les PFAS engendre des apports continuels de contaminants émergents dans l'environnement. Ces contaminants émergents vont se retrouver un peu partout : dans les eaux d'égout, les effluents, les biosolides, les rejets agricoles, dans le fleuve et les rivières ainsi que dans l'eau potable, la faune et la nourriture. On cherche à déterminer quels composés sont présents et à quelles concentrations, et ensuite évaluer s'il pourrait y avoir un risque réel relié à la présence de ces composés dans l'environnement autant pour la santé humaine que pour l'environnement.

Projet MosaiPlastiQ



La soirée sera introduite par une présentation du projet [MosaiPlastiQ](#), une initiative de découverte scientifique et artistique qui se veut avant tout une expérience éducative pour les jeunes.

Ce projet est dirigé par Isabelle Lavoie, professeure en biogéochimie et spécialiste en écologie et écotoxicologie aquatique à l'Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE)

Isabelle Lavoie¹, Marie-Eve Blanchette¹, et Louise-Emmanuelle Paris²

MosaïPlastiQ : un projet éducatif et collaboratif d'arts « plastiques »

La pollution des milieux aquatiques par les plastiques a fait l'objet de multiples études scientifiques et reportages. Selon le National Geographic, 8 millions de tonnes de plastique atteignent les océans chaque année. Devant l'ampleur du problème, un effort d'éducation collective s'impose. La conscientisation des enfants s'avère un élément clé vers le changement, permettant d'influencer des actions citoyennes engagées. Le but général de ce projet, qui repose sur l'éducation à l'environnement par la création d'une œuvre artistique collective, est de développer la pensée critique et créative chez les enfants autour de la problématique de la consommation de plastique dans la société actuelle.

MosaïPlastiQ est une initiative de découverte scientifique et artistique qui se veut avant tout une expérience éducative pour les jeunes. Le point central du projet est la création d'œuvres artistiques collectives qui ont pour mission la sensibilisation des participants à la pollution des écosystèmes par le plastique. En effet, l'initiative implique des enfants dans la réalisation de mosaïques entièrement composées de plastique trouvé dans l'environnement ou à partir de petits objets de plastique qui ne sont plus utiles et qui ne sont pas recyclables. La récolte de déchets de plastique dans des lieux fréquentés par les enfants est une excellente façon de leur faire remarquer les déchets de plastique les plus communs dans l'environnement autour d'eux. L'objectif final est la réalisation d'une grande murale, fruit des efforts de créativité... avec les débris de plastique comme principal matériel artistique.

Lors de cet exposé, l'initiative *MosaïPlastiQ* sera présentée tout en images. En effet, les étapes de récoltes, de nettoyage, de tri et de création seront au cœur du discours. Plusieurs œuvres seront également présentées, accompagnées de photos des petits artistes! Finalement, les expositions interactives et éducatives à l'Aquarium de Québec et au Zoo de Granby vous seront présentées brièvement.

Mots clés : Pollution plastique, projet éducatif, démarche artistique, vulgarisation

1. Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, 490 rue de la Couronne, Québec, G1K 9A9

2. OBV Yamaska Organisme de bassin versant de la Yamaska, 160 rue Cowie, bureaux 201-202, Granby (Québec) J2G 3V3

Conférence d'ouverture

Aires marines protégées et zones côtières en restauration : la contribution de l'écotoxicologie marine



Émilien Pelletier

Professeur émérite à l'Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER/UQAR).

Au cours de sa carrière, le professeur Pelletier a été titulaire de la Chaire de Recherche du Canada en Écotoxicologie marine appliquée aux milieux côtiers des hautes latitudes de 2001 à 2014 et récipiendaire de la Médaille du cent-cinquantième du Sénat du Canada en 2017. Le professeur Pelletier poursuit ses travaux sur le devenir environnemental et les risques toxicologiques associés aux microplastiques dans le milieu marin. Il préside le Comité de coordination du Parc marin Saguenay-Saint-Laurent depuis plus de 10 ans et s'intéresse particulièrement aux modes de gouvernance des aires marines protégées.

Résumé

Les grands bouleversements climatiques qui affectent les océans nous amènent à un concept élargi des sciences marines de l'environnement. Pour tenir compte des changements globaux et de la présence des agents toxiques dans les milieux côtiers et l'océan ouvert, il est maintenant nécessaire de considérer l'écotoxicologie marine comme *la science qui étudie la combinaison des facteurs anthropiques et naturels qui agissent sur les écosystèmes marins*. La conceptualisation et le développement de modèles écotoxicologiques à grande échelle constituent un défi considérable pour les prochaines décennies. Le développement des aires marines protégées (AMP) représente un premier exemple de l'application des connaissances pluridisciplinaires qui sont nécessaires pour arriver à une protection globale d'un écosystème marin incluant les artefacts culturels et historiques. L'implantation du Parc marin Saguenay – Saint-Laurent est décrit en détail avec le rôle prépondérant que l'écotoxicologie marine continue d'y jouer à cause de la présence de nombreux contaminants chez les bélugas et dans l'ensemble de l'écosystème. Un deuxième exemple est constitué par les travaux de restauration des milieux côtiers devenus essentiels à la suite de la surexploitation et de l'anthropisation des estuaires et des mers bordères. Le plus grand projet de restauration de mangroves au monde se déroule au Sénégal et est présenté comme l'exemple d'une approche basée sur l'implication de milliers de villageois pour sauver leur source majeure d'alimentation. Encore là, un concept élargi de l'écotoxicologie marine a permis une connaissance pratique des causes de la dégradation de la mangrove et contribué au succès des activités de restauration.

Horaire détaillé

Mardi 30 mai		Lieu - salle
14h - 16h30	Formation étudiante : Mélanges de contaminants en écotoxicologie: modélisation et réglementations Intervenants : Marie Lefranc et Vitor Pereira Vaz	Salle 2414 - INRS
16h30 - 17h	Pause	Salle 2414 - INRS
17h - 18h	Séance de réseautage pour les étudiant.e.s avec Pauline Pannetier et Mariem Fadhlaoui	Salle 2414 - INRS
19h00	Soirée Grand Public	Amphithéâtre de l'ENAP
19h - 19h30	1 ^{ère} partie - Isabelle Lavoie : présentation du projet MosaiPlastiQ	
19h30 - 21h	Conférence - Sébastien Sauvé : Contaminants émergents dans l'environnement	

Mercredi 31 mai		Lieu - salle
8h - 8h45	Accueil et inscription	Hall - INRS
8h45 - 8h50	Mot de bienvenue de la directrice du centre Eau Terre Environnement de l'INRS – Louise Hénault-Éthier	Salle 4114 - ENAP
8h50 - 9h15	Mot de bienvenue du comité organisateur du colloque - Patrice Couture, Michel Auffret, Richard Saint-Louis	Salle 4114 - ENAP
9h15 - 10h15	Conférence d'ouverture - Émilien Pelletier Aires marines protégées et zones côtières en restauration : la contribution de l'écotoxicologie marine	Salle 4114 - ENAP
10h15-10h45	Pause santé	Hall - INRS
10h45 - 12h20	Session 1 : Approches diagnostiques non-ciblées en écotoxicologie Coprésident.e.s de session : Michel Auffret et Sophia Ferchiou	Salle 4114 - ENAP
10h45 - 11h15 <i>P. orale</i>	Stéphanie Madec , Benoît Bernay La protéomique : un outil prometteur pour l'étude de l'effet de l'environnement sur les bivalves marins.	

11h15 – 11h30 <i>P. orale</i>	Sophia Ferchiou , France Caza, Samuel Turgeon, Jacques Corbeil, Claudia Carpentier, Richard Villemur, Yves St-Pierre Combinaison du concept de biopsie liquide et d'une approche multi-omique chez la moule bleue (<i>Mytilus spp.</i>) pour évaluer l'état de santé des écosystèmes marins côtiers : Exemple d'application au Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent	
11h30 - 11h45 <i>P. Orale</i>	George Ruck, Pierre-André Fel , Alexandre Decamps, Jean-Baptiste Aubin, Jean-Luc Bertrand-Krajewski, Maxime Dauphin, Laura Garnerio, Timothée Cavanna, Herve Queau, Didier Neuzeret, Olivier Geffard, Arnaud Chaumot Une approche non-ciblée basée sur le suivi comportemental d'invertébrés pour la biosurveillance des micropolluants dans les rejets de stations d'épuration	
11h45 - 12h <i>P. orale</i>	Maeva Giraud , Fanny Clergeaud, Alice M. S. Rodrigues, Evane Thorel, Philippe Lebaron, Didier Stien Impact environnemental du filtre UV butyl methoxydibenzoylmethane (avobenzone) sur les récifs coralliens : une étude métabolomique sur le corail symbiotique Pocillopora damicornis	
12h -12h15 <i>P. orale</i>	Audrey Dewar, Alexandre Gagnon, Marie-Lou Morin, Pierre Giovenazzo, Stéphane Bayen, Pedro A. Segura Analyse ciblée et non ciblée des abeilles mellifères exposées à deux pesticides	
12h15- 14h	Dîner et AGA d'EcotoQ <i>Début de l'AGA à 12h45 - Repas offert pour les participant.e.s inscrit.e.s</i>	Salle 2414 - INRS Accessible en ligne
14h - 15h30	Session 2 : Microplastiques Coprésident.e.s de session : Jérôme Cachot et Mathilde Oger	Salle 4114 - ENAP
14h - 14h15 <i>P. orale</i>	Jérôme Cachot , Christelle Clérandeau, Ika Paul-Pont, Arnaud Huvet, Justine Receveur, Anne-Laure Cassonne, Kevin Tallec, Camille Lacroix Relargage d'additifs et toxicité de produits en polystyrène ou en polymères biosourcés, biodégradables ou compostables neufs ou vieillis	
14h15 - 14h30 <i>P. orale</i>	Mathilde Oger , Océane Vermeulen, Patrick Kestemont Valérie Cornet La taille des particules de plastique influence-t-elle les réponses physiologiques et moléculaires des embryons de poisson-zèbre exposés ?	
14h30 - 14h45 <i>P. orale</i>	Ingrid-Alejandra Granados-Galván , A. H. M. Enamul Kabir, Amila De Silva, Liisa Jantunen, Guillaume Barnouin, Alice Guillot, Florentine Malaisé, Derek C.G. Muir, Huixiang Xie, Youssouf Soubaneh Djibril, Peter Amarualik Sr., Zhe Lu Évaluation des microplastiques et contaminants associés au plastique dans la neige de l'Arctique canadien	

14h45 - 15h <i>P. orale</i>	<u>Linsey Yvette Mouatchô</u> , Marc Amyot et Isabelle Lavoie Microplastiques et périphyton : suivi dans les herbiers du lac Saint-Pierre	
15h - <i>P. flash</i>	<u>Marie-Eve Blanchette</u> , Isabelle Lavoie, Julien Gigault Fragments de pailis de plastique agricoles dans les biofilms de cours d'eau	
15h05 - 15h20 <i>P. orale</i>	<u>Marie Faraut</u> , Youssouf Soubaneh Djibril, Réjean Tremblay, Emilien Pelletier, Claude Rouleau et Camille Berthod Cinétique de bioaccumulation des particules de polystyrène et effets sur la condition énergétique du pétoncle géant (<i>Placopecten magellanicus</i>)	
<i>P. flash</i>	Camille Berthod, Véronique Langlois, Emilien Pelletier, Claude Rouleau, Réjean Tremblay, <u>Youssouf Soubaneh Djibril</u> Transfert de microplastiques du pétoncle, placopecten magellanicus, aux gammars présents dans le fleuve du Saint-Laurent	
<i>P. flash</i>	<u>Haritha Yespal Subha</u> ; A. H. M. Enamul Kabir; Sarah Duquette; Samuel Turgeon; Manuela Conversano; Youssouf Soubaneh Djibril; Liisa Jantunen; Huixiang Xie; Zhe Lu Contamination of Microplastics and Plastic Additives in the Surface Water of St. Lawrence River, Estuary, and Saguenay Fjord	
<i>P. flash</i>	<u>Elisa Michon</u> , A. H. M. Enamul Kabir, Magali Houde, Youssouf D. Soubaneh, Huixiang Xie, Jennifer Provencher, Dominique Robert, Zhe Lu Les microplastiques dans les poissons pélagiques et l'eau du fleuve St-Laurent de la région de Montréal	
15h30 - 16h	Pause santé	Hall - INRS
16h - 17h30	Session 3 : Perturbateurs endocriniens Coprésident.e.s de session : Pauline Pannetier et un.e étudiant.e	Salle 4114 - ENAP
16h - 16h15 <i>P. orale</i>	<u>Maxime Gauthier</u> , Gaëlle Daniele, Barbara Giroud, Jérémy Defrance, Florent Lafay, Catherine Jumarie, Emmanuelle Vulliet, Jeanne Garric, Monique Boily, Olivier Geffard Perturbation de la reproduction et du développement par des pesticides chez le gammare <i>Gammarus fossarum</i> ; implication potentielle de l'acide rétinoïque?	
16h15 - 16h30 <i>P. orale</i>	<u>Alison Mombert</u> , Diana.C.Casteñeda-Cortés, Valérie Langlois Rôle de la stéroïde-5α-réductase de type 2 dans le développement et la reproduction des amphibiens	
16h30 - 16h45 <i>P. orale</i>	<u>Julie Robitaille</u> , Mélanie Desrosiers, Marianne Métivier, Éloïse Veilleux, Isabelle Guay, Valérie S. Langlois Caractérisation de l'activité endocrinienne d'un effluent d'une usine de pâtes et papiers à l'aide de bioessais	

16h45 - 17h <i>P. orale</i>	Pauline Pannetier , Ilona Mahe, Jérôme Cachot, Laure Bellec, Christelle Clérandeau, Lisa Baumann, Lisa Goelz, Lenaïg Louboutin, Thierry Morin, Morgane Danion Effets d'une exposition au fluorure de sodium (NaF), perturbateur endocrinien suspecté, sur le développement, la santé et la résistance aux virus d'embryons et de larves de truites arc-en-ciel.	
<i>P. flash</i>	Laure Bellec , Pauline Pannetier, Jérôme Cachot, Lisa Baumann, Thierry Morin, Morgane Danion Évaluation des effets potentiels du Fluorure de Sodium, substance perturbatrice endocrinienne suspectée, sur le système hormonal thyroïdien, l'immunité et le microbiote de la truite arc-en-ciel, Oncorhynchus mykiss - SUSPECT	
<i>P. flash</i>	Guillaume Martinez , Jiping Zhu, Larissa Takser, Jean-Phillipe Bellenger Suivi de l'exposition aux retardateurs de flammes halogénés chez les enfants issus d'une population canadienne : actualisation des méthodes d'analyses pour des échantillons de plasma et de selles et étude de leur complémentarité	
<i>P. flash</i>	Ariane Lafrenière , Morgane Tassaint, Julien Lamontagne, Nicholas J. Brereton, Frédéric Pitre Effets des estrogènes sur la physiologie et le profil métabolomique du saule et du soya	
17h30 - 18h30	Session d'affiches & cocktail (Commanditée par la microbrasserie NOCTEM) Présentation du livre de Émilien Pelletier	Hall - INRS
18h30	Activités sociales organisées par les étudiants	

Jeudi 1er Juin		Lieu - salle
8h - 9h15	Accueil et inscription	Hall - INRS
9h15 - 9h45	Session 4 : Écotoxicologie du Maghreb - en visioconférence Coprésident.es de session : Mariem Fadhlouï et un.e étudiant.e	Salle 4114 - ENAP

Pour vous connecter à distance : <https://enap.zoom.us/j/81589413661?pwd=951733>
 Numéro de la réunion : 81589413661
 Mot de passe : 951733

9h15 - 9h30 <i>P. orale</i>	Coumba Daga Touré Fall , Rachida Fegrouche Évaluation et Risque sanitaire de la Bioaccumulation des Pesticides et des ETM chez l'escargot : cas de Helix aspersa aspersa (Petit-gris) dans la zone de Mechrá Belqsiri
9h30 - 9h45 <i>P. orale</i>	KARIMA Elmchichi , Ali Banaoui, Mustapha Agnaou, Abdellatif Moukrim Optimisation de l'activité acetylcholinesterase chez monodonta lineata comme biomarqueur de pollution dans la baie d'agadir

9h45 - 10h15	Session flash : Polluants organiques Coprésident.e.s de session : Pedro Segura et Audrey Dewar	Salle 4114 - ENAP
<i>P. flash</i>	<u>Julie Anquetin</u> , Mathieu Babin, Rachid Amara, Zhe Lu Identification de contaminants organiques dérivés des particules issues de l'usure des pneus dans les eaux de surface, par Chromatographie Liquide Haute Performance-Spectrométrie de masse à trappe orbital (Orbitrap) à haute résolution	
<i>P. flash</i>	<u>Ramela Koumrouyan</u> , Tasnia Sharin, Doug Crump, Jessica Head Effets moléculaires des stabilisateurs UV sur les premiers stades de vie la caille japonaise	
<i>P. flash</i>	<u>Yannick Arnold Nombre</u> , Monique Boily, Lise Parent Stress oxydatif et neurotoxicité d'un herbicide à base de glyphosate sur la moule d'eau douce, <i>Elliptio complanata</i>	
<i>P. flash</i>	<u>Fernanda Vieira da Silva Cruz</u> , Lekha Sleno, Leanne Ohlund, Philippe Juneau Phytotoxicité de l'atrazine et du s-métolachlore sur les lentilles d'eau: aspects physiologiques et dégradation de ces herbicides	
<i>P. flash</i>	<u>Antoine Faure</u> , Isabelle Lavoie, Lise Parent et Anne Crémazy Impacts des mélanges de pesticides sur les organismes d'eau douce au Québec	
10h15-10h45	Pause santé	Hall - INRS
10h45 - 12h30	Session 5 - Biosurveillance Coprésident.e.s de session : Michel Auffret et Maeva Giraud	Salle 4114 - ENAP
10h45 - 11h05 <i>P. orale</i>	<u>Simon Devin</u> , Marine Potet, Danièle Pauly, Fanny Louis, Romain Péden, Carole Bertrand, Laure Giambérini, Sandrine Pain-Devin Biomarqueurs et Biosurveillance : éléments de validation méthodologique de l'utilisation des dreissènes pour les écosystèmes dulçaquicoles.	
11h05 - 11h20 <i>P. orale</i>	<u>Manon Bain</u> , Chloé De Vernisy, Marie Zaffino, Danièle Pauly, Bénédicte Sohim, Christophe Gauthier, Maximilien Beuret, Simon Devin, Sandrine Pain-Devin Ouverture de barrage et remobilisation de sédiments contaminés : conséquences sur les réponses biologiques de <i>Dreissena polymorpha</i> et <i>Dreissena r. bugensis</i>	
11h20 - 11h35 <i>P. orale</i>	<u>Laure Bellec</u> , Audrey Botté, Laura Payton, Damien Tran Effet potentiel de la pollution lumineuse sur le microbiote de l'huître <i>Crassostrea gigas</i>	
11h35 - 11h50 <i>P. orale</i>	<u>Joy Gaubert</u> , Pierre Giovenazzo, Nicolas Derome Le microbiote des abeilles, un indicateur pour surveiller la santé des écosystèmes face aux stressseurs multiples	
11h50 - <i>P. flash</i>	Yosra Ben Cheikh, Florence Bultelle, Béatrice Rocher, <u>Frank Le Foll</u> , Carlos Canchaya, Gersende Maugars, Agnès Poret, Stéphanie Olivier, Nathalie Giusti, Corentine Guilloton, Salima Aroua Projet MICROTOOL : L'empreinte du microbiote comme un outil non invasif pour la biosurveillance	

11h55 - P. <i>flash</i>	Laura Malbezin , Soizic Morin, Jérôme Comte, Isabelle Lavoie Les biofilms algaux comme proxy de la contamination en pesticides des rivières du Québec	
12h - 12h15 <i>P. orale</i>	Marjorie Lortholarie , Julie Do Nascimento, Christophe Gantzer, Julie Challant, Isabelle Bertrand, Stéphanie La Carbona, Nicolas Boudaud, Julie Loutreul, Christelle Lopes, Alain Geffard, Mélissa Palos-Ladeiro Biosurveillance de novovirus humain et d'indicateurs de contamination virale à l'aide d'une espèce sentinelle, la dreissène (<i>Dreissena polymorpha</i>)	
<i>P. flash</i>	Marc Lebordais , Mado Lemieux, Nathalie Ouellet, Adel Achouba, Pierre Dumas, Pierre Ayotte, Paul De Koninck Neurotoxicité du méthylmercure et propriétés protectrices de la sélénonéine étudiées chez le poisson-zèbre	
<i>P. flash</i>	Chloé Pazart , Karine Lemarchand, Kim Doiron, Christian Nozais Évaluation du risque de transfert d'espèces microbiennes invasives par l'utilisation de peintures antifouling sans biocides : Un enjeu international (Projet PAINTS)	
<i>P. flash</i>	Michel Auffret , Yoran Le Strat, Béatrice Rocher, Frank Le Foll, Nelly Le Goic, Christophe Lambert Utilisation de biomarqueurs chez un bivalve dans un protocole de biosurveillance des milieux portuaires	
12h30 - 14h	Diner et AGA d'Ecobim <i>INRS - Repas offert pour les participant.e.s inscrit.e.s</i>	Salle 4412 – INRS Accessible en ligne
14h - 15h30	Session 6 : Les métaux Coprésident.e.s de session : Claude Fortin et Mahaut Begin	Salle 4114 - ENAP
14h - 14h15 <i>P. orale</i>	Mahaut Beghin , Valérie Cornet, Jérôme Lambert, Joachim Sturve, Patrick Kestemont L'exposition chronique à une mixture de nanoparticules de ZnO et de TiO2 peut-elle affecter la réponse immunitaire de la truite arc-en-ciel en présence d'un pathogène ?	
14h15 - 14h30 <i>P. orale</i>	Camille Garnier , Pierre U. Blier, Patrice Couture Évaluation des effets combinés du manganèse et d'un stress thermique sur les capacités métaboliques de l'omble chevalier (<i>Salvelinus alpinus</i>)	
14h30 - 14h45 <i>P. orale</i>	Reem Safira , Lucie Coudert, Carmen M. Neculita, Eric Rosa Toxicity assessment on <i>Daphnia magna</i> of surrogate mine effluents after As-Mn treatment using ferrates vs electrocoagulation	
14h45 - 15h <i>P. orale</i>	Julien Michaud-Valcourt , Séverine Le Faucheur, Louis Courtois, Sylvie Blanc, Jelle Mertens, Claude Fortin Étude de la cinétique de dissociation de complexes inorganiques de Pt et Pd et influence sur la toxicité et l'accumulation	

15h - 15h15 <i>P. orale</i>	Océane Hourtané , D. Scott Smith, Claude Fortin Investigation de la complexation du platine par la matière organique naturelle (MON), ainsi que sa spéciation inorganique en milieu simplifié d'eau douce par couplage HPSEC-ICP-MS	
<i>P. flash</i>	Cloé Falcoz , Richard St-Louis, Julie Carrière, Mathieu Cusson Phytoremédiation des sédiments contaminés et potentiel de séquestration des gaz à effet de serre par les herbiers de zostères : aspects écotoxicologiques	
<i>P. flash</i>	Wijdane Limouni , Eric Rosa, Carmen M. Neculita, Patrice Couture, Vincent Cloutier Évaluation de l'effet de mélange sur la toxicité des métaux et metalloïdes dans les effluents miniers et métallurgiques	
<i>P. flash</i>	Noura Alsarawi , Joann Whalen, Geoffrey Sunahara Deinking biosolids compensate the sub-lethal effects of copper on earthworms' physiology	
<i>P. flash</i>	Florence Bultelle, Frank Le Foll Analyse de la réponse protéomique de deux espèces du genre Dreissena exposées au cadmium	
15h30 - 16h30	Session d'affiches et pause santé	Hall - INRS
16h30	Départ pour le parc de la Chute-Montmorency Visites des lieux et activités sociales	
19h00	Banquet au Parc de la Chute- Montmorency (sur inscription) Hommage à Michel Fournier	

Vendredi 2 Juin		Lieu - salle
8h 30	Accueil et inscription <i>Café et collations offerts</i>	Amphithéâtre de l'ENAP
9h - 10h30	Session 7 : Polluants organiques et biosurveillance Coprésident.e.s de session : Richard St-louis et un.e étudiant.e	Amphithéâtre de l'ENAP
9h - 9h15 <i>P. orale</i>	Jean-Philippe Bellenger Monitoring of atmospheric depositions: Canada is falling behind	
9h15 - 9h30 <i>P. orale</i>	Laurie Michel , Marie Renaudin, Romain Darnajoux, Charlotte Blasi, Pauline Lemonier, Daniel Houle, Tremblay S., Barrette M., Jean-Philippe Bellenger Quelles stratégies de collecte adopter pour une campagne de biomonitoring des dépositions atmosphériques d'éléments traces à l'échelle du Québec ?	
9h30 - 9h45 <i>P. orale</i>	Alexis Trinquet , Mathieu Babin, Alexis Agathine, Jonathan Verreault, Véronique Lesage, Jory Cabrol, Stéphane Lair, Gerald Tetreault, Zhe Lu	

Absorbants UV et antioxydants industriels dans le réseau trophique du béluga de l'estuaire du Saint-Laurent

9h15 - 10h <i>P. orale</i>	<p><u>Amina Ben Chaaben</u>, Mathieu Babin, Frank Wania, Hayley Hung, Magali Houde, Liisa Jantunen, Kelsey Lee, Frank Gobas, Huixiang Xie, Zhe Lu</p> <p>La Distribution des Absorbants UV dans l'Eau de Surface des Habitats de Béluga du Saint Laurent et de l'Orque Résidente du Sud, Canada</p>	
10h - 10h15 <i>P. orale</i>	<p><u>Scott Hepditch</u>, Jason M. E. Ahad, Thomas Robert, Tuan Anh To, Ève Larocque, Juan-Manuel Gutierrez-Villagomez, Gaëlle Triffault-Bouchet, Richard Martel, Valerie S. Langlois</p> <p>Chemical evolution and aquatic toxicity of diluted bitumen spilled within a sand aquifer of the saturated zone</p>	
10h30 - 12h	Tables rondes	Amphithéâtre de l'ENAP
	Ateliers collaboratifs thématiques et méthodologiques	
	Comité sur la toxicité des mélanges	
	Le PCI EcotoxEnvChem ou la publication vraiment libre accès – Patrice Couture	
12h - 13h30	Dîner libre	
13h30 - 15h	Remise des prix étudiants et des prix du concours de vulgarisation EcotoQ	Amphithéâtre de l'ENAP
15h - 15h30	Mot de la fin	

Fin du colloque

Les présentations orales (P. orale) sont d'une durée de 15 min incluant une période de questions de 3 min et les présentations Flash (P.flash) durent 3 min sans période de questions.

Annexes

Annexe 1 Résumés des présentations orales

Les résumés sont présentés par ordre de passage dans les différentes sessions

MADEC Stéphanie¹ et BERNAY Benoît²

La protéomique : un outil prometteur pour l'étude de l'effet de l'environnement sur les bivalves marins

Les approches non ciblées de type « omique » sont des techniques d'analyse à haut débit permettant la mesure simultanée d'un grand nombre de paramètres associés au fonctionnement ou au dysfonctionnement d'un organisme, d'un tissu, d'un organe, de cellules ou d'une cellule. Ces méthodes comprennent principalement la transcriptomique (analyse fonctionnelle des ARN messagers transcrits), la protéomique (analyse de l'ensemble des protéines identifiées à partir d'un génome, de leur localisation, leur structure, leurs fonctions, leurs interactions) et la métabolomique (étude de l'ensemble des métabolites d'une cellule ou d'un organisme). La protéomique peut être utile dans différents domaines aussi bien d'un point de vue de la recherche appliquée que fondamentale. Par exemple en santé humaine, la protéomique peut permettre de déterminer la présence de protéines anormales dans les cellules d'un patient, l'objectif étant de diagnostiquer de façon précoce une maladie avant parfois même l'apparition de symptômes. Dans le cadre de l'étude de la réponse au stress, ces approches permettent aussi d'obtenir de nombreuses informations sur les réseaux de gènes spécifiquement activés ou inhibés, et les voies de signalisation impliquées. Cela permet d'identifier de nouveaux biomarqueurs d'exposition ou de générer de nouvelles connaissances sur le plan mécanistique. La protéomique est aussi utile dans l'étude d'interaction hôte-pathogènes pour mieux caractériser le processus infectieux d'un agent pathogène ou dans les interactions hôte-microbiote. Concernant la surveillance écotoxicologique des environnements aquatiques, le couplage de techniques « omiques » représente un intérêt majeur afin de définir des biomarqueurs de la qualité des écosystèmes. Une fois définis, ces multiples biomarqueurs peuvent être dosés rapidement à l'aide de spectromètres de masse en tandem.

Mots clés : omiques, protéomique, réseaux de gènes, voies de signalisation, stress environnemental, interactions hôte- microorganismes et hôte-environnement, biomarqueurs écotoxicologiques, biosurveillance.

¹. Institut Universitaire Européen de la Mer - Université de Brest, Laboratoire LEMAR, Technopôle Brest-Iroise, 29280 PLOUZANE, France

². Plateforme PROTEOGEN, Biologie intégrative imagerie santé environnement. Université Caen Normandie campus 1. Esplanade de la paix 14032 Caen cedex 5.

Sophia Ferchiou¹, France Caza¹, Samuel Turgeon², Jacques Corbeil³, Claudia Carpentier³, Richard Villemur¹ et Yves St-Pierre¹

Combinaison du concept de biopsie liquide et d'une approche multi-omique chez la moule bleue (*Mytilus spp.*) pour évaluer l'état de santé des écosystèmes marins côtiers : Exemple d'application au Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent

Les changements climatiques et la pollution ont des impacts majeurs sur les milieux marins, en particulier sur le littoral. Les bivalves représentent des espèces sentinelles pertinentes pour les milieux aquatiques étant donné leur distribution mondiale (e.g., estuaires, eaux douces), leur capacité de filtration et de bioaccumulation de xénobiotiques. L'utilisation de biomarqueurs traditionnels chez la moule se bute toutefois à plusieurs problématiques, notamment en ce qui concerne leur sensibilité, leur potentiel prédictif et une logistique d'échantillonnage complexe, un maintien de la chaîne de froid, ainsi qu'un risque et un coût non-négligeables pour le transport et l'entreposage des échantillons. Ces difficultés représentent un obstacle majeur à la surveillance continue des milieux marins. Une des solutions à cette problématique développée par notre équipe au cours des dernières années est de développer des biomarqueurs sensibles et prédictifs basés sur le concept de biopsie liquide pour le suivi de l'état de santé des milieux marins et côtiers. Développé initialement en oncologie, ce concept permet une stratification moléculaire entre individus à partir de l'ADN circulant plasmatique (*circulating cell-free DNA*, ccfDNA). Chez la moule, le ccfDNA prélevé contient à la fois l'ADN de l'hôte (soi), ainsi que l'ADN provenant d'autres organismes (non-soi). L'ADN du soi provient du relâchement de l'ADN génomique des tissus de l'hôte dans l'hémolymphe. Quant à l'ADN du non-soi, il provient du captage par filtration de l'ADN environnemental par les bivalves et du relâchement de fragments d'ADN génomique par les tissus ou organismes captés par la moule. Également, l'analyse de l'ADN du soi à partir du culot hémocytaire chez la moule permet d'obtenir des informations génétiques (e.i. changements épigénétiques et transcriptomiques) modulées aux stress environnementaux ou anthropiques. Notre programme de recherche propose de combiner le concept de la biopsie liquide et d'une approche multi-omique chez la moule bleue (*Mytilus spp.*) pour mesurer l'impact des stress environnementaux et anthropiques sur les écosystèmes marins côtiers. Nous présentons ici les résultats d'un projet pilote réalisés du Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent où nous avons procédé à des analyses multi-omiques à partir de biopsies liquides récoltées chez des moules. Nous avons porté une attention particulière aux variations spatio-temporelles du microbiome, du virome, du transcriptome, du glycome, de l'épigénome et du métabolome. À court terme, ce projet nous a permis de jeter les bases de l'application du concept de la biopsie liquide chez une espèce sentinelle et de développer une nouvelle génération d'outils sensibles et logistiquement simple pour les programmes de surveillance de la santé des écosystèmes marins côtiers.

Mots clés : Biopsie liquide, analyse multi-omique, moule bleue, biomarqueurs

1. INRS-Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie, Biologie, 531 Boul. des Prairies, Laval, QC H7V 1B7

2. Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, Conservation, 182 Rue de l'Église, Tadoussac, QC G0T 2A0

3. Centre Hospitalier Universitaire de Québec, 2705 Boulevard Laurier, R-0709, Québec, QC G1V 4G2

George Ruck¹, Pierre-André Fel², Alexandre Decamps², Jean-Baptiste Aubin³, Jean-Luc Bertrand-Krajewski³, Maxime Dauphin², Laura Garnero¹, Timothée Cavanna², Herve Queau¹, Didier Neuzeret², Olivier Geffard¹ et Arnaud Chaumot¹

Une approche non-ciblée basée sur le suivi comportemental d'invertébrés pour la biosurveillance des micropolluants dans les rejets de stations d'épuration

La contamination de l'environnement par les effluents des stations d'épuration (STEP) a des effets majeurs sur la biodiversité aquatique. Les micropolluants sont notamment régulièrement détectés à la sortie des STEPs dans les secteurs urbains et industriels. La surveillance actuelle des eaux usées dans les STEPs repose sur des mesures d'échantillonnage à intervalles réguliers pour quelques substances chimiques ou pour l'évaluation ponctuelle de la toxicité sur un choix restreint de bioessais réalisés de façon différée dans le temps. Pour améliorer l'évaluation et le traitement de la contamination de ces rejets connus pour leur grande variabilité temporelle, il est essentiel d'adopter des approches complémentaires novatrices pour la gestion des eaux usées afin de réduire l'impact potentiellement néfaste des rejets de CECs largement inconnus.

Dans cet objectif, nous avons proposé une approche nouvelle pour la détection non ciblée des micropolluants en temps réel, basée sur le videotracking du comportement locomoteur d'invertébrés bioindicateurs (le crustacé *Gammarus*, le gastéropode *Radix*, et l'annélide *Erpobdella*), dans un dispositif de surveillance multi-espèces des eaux usées en ligne : ToxMate. Ce dispositif est adapté aux tests en laboratoire ainsi qu'aux suivis à long terme des effluents (actuellement déployé sur des STEPs en Europe) pour alerter en cas de variations brutales de la charge en micropolluants. L'objectif de cette communication est de présenter les résultats des tests de sensibilité du comportement de fuite choisi comme réponse, tests effectués en laboratoire pour de diverses classifications de micropolluants (métaux, pesticides, biocides, solvants, médicaments), ainsi que lors de campagnes de surveillance à long terme dans des effluents des STEPs.

Nos résultats montrent que le signal de bioactivité est sensible à la hausse de micropolluants à des concentrations pertinentes par rapport à celles typiques des rejets de STEPs. De plus, les suivis à long terme ont mis en évidence des moments de dégradation transitoire de la qualité de l'eau liés aux micropolluants. Le succès de ces analyses montre le potentiel de cette approche pour la biosurveillance, et pour identifier en temps réel des moments critiques qui passent à travers la surveillance physico-chimique classique des eaux usées. La capture de ces épisodes, avec une intervention humaine minimale, permettra d'adapter la stratégie de gestion des eaux usées en temps réel. Ainsi, le potentiel n'est pas limité à l'amélioration de la qualité de l'environnement aquatique, mais pourrait également fournir des indicateurs concrets de l'adéquation de la réutilisation des eaux usées.

Mots clés : Biosurveillance, Micropolluants, Non-ciblé, Effect-based, ToxMate

1. INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne France – george.ruck@inrae.fr

2. Viewpoint, Civrieux France – adecamps@viewpoint.fr

3. University of Lyon, INSA Lyon, DEEP, Villeurbanne – jean-luc.bertrand-krajewski@insa-lyon.fr

**Maeva Giraud¹, Fanny Clergeaud¹, Alice M. S. Rodrigues^{1,2}, Evane Thorel¹,
Philippe Lebaron¹ et Didier Stien¹**

Impact environnemental du filtre UV butyl methoxydibenzoylmethane (avobenzone) sur les récifs coralliens : une étude métabolomique sur le corail symbiotique *Pocillopora damicornis*

Les récifs coralliens sont confrontés à un déclin sans précédent à l'échelle mondiale, qui peut être attribué à plusieurs facteurs d'origine humaine, dont la pollution chimique. L'utilisation massive de produits de protection solaire a soulevé des préoccupations quant à leur impact environnemental potentiellement toxique, en particulier en ce qui concerne les effets nocifs des filtres ultraviolets (UV) sur les communautés coralliennes. Dans la présente étude, des analyses métabolomiques non-ciblées ont permis d'établir que le filtre UV butyl méthoxydibenzoylméthane (BM – avobenzone) avait une influence significative sur le métabolome du corail symbiotique *Pocillopora damicornis* après 7 jours d'exposition. Parmi les métabolites annotés, sept composés significativement affectés ont pu être attribués au symbiote dinoflagellé du corail, ce qui indique que l'exposition au BM pourrait altérer la capacité photosynthétique de l'holobionte. Il a également pu être démontré une accumulation de 17 dérivés du BM dont la quantité relative représentait jusqu'à 95% du BM total absorbé dans les tissus coralliens. Les présents résultats suggèrent que le rôle potentiel du BM dans le blanchissement des coraux dans les zones anthropisées devrait être étudié, et que les dérivés du BM devraient être pris en compte dans les évaluations futures du devenir et des effets de ce composé dans l'environnement.

Mots clés : filtres solaires, corail, métabolomique, Symbiodiniaceae.

¹. Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologie Microbienne, UAR3579, Observatoire Océanologique, Banyuls-sur-Mer, France

². Sorbonne Université, CNRS, Fédération de Recherche, FR3724, Observatoire Océanologique, Banyuls-sur-Mer, France

**Audrey Dewar¹, Alexandre Gagnon¹, Marie-Lou Morin², Pierre Giovenazzo²,
Stéphane Bayen³ et Pedro A. Segura¹**

Analyse ciblée et non ciblée des abeilles mellifères exposées à deux pesticides

Des incidents d'empoisonnement d'abeilles mellifères (*Apis mellifera*) par les pesticides sont rapportés par des apiculteurs au Québec depuis 2007. Or, les limitations méthodologiques font que l'exposition des abeilles aux pesticides est possiblement sous-estimée. Cela peut être dû au fait que ces contaminants peuvent se dégrader ou se métaboliser avant l'analyse en laboratoire. L'objectif du projet est de trouver une solution à cette problématique en identifiant de meilleurs indicateurs de l'exposition des abeilles aux pesticides.

D'abord, de deux pesticides très utilisés au Québec et au Canada, le boscalide (BOSC) et le chlorantraniliprole (CHLO) ont été utilisés pour réaliser des tests d'exposition *in vivo*. Les abeilles (boscalide : 321, chlorantraniliprole : 293) ont été nourries avec une solution de 50% de sucrose (*m/v*) contenant de 0,2 µg/mL de BOSC ou 25 µg de CHLO par mL durant 6 heures. L'extraction des pesticides a été effectuée par la technique QuEChERS et l'analyse ciblée a été faite par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse par triple quadripôle (LC-QqQMS). L'analyse non ciblée a été effectuée après extraction à l'acétonitrile et les extraits obtenus ont été analysés par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse par quadripôle-temps de vol (LC-QqToFMS). Un flux de travail composé des logiciels d'analyse métabolomique (XCMSonline) et d'identification moléculaire (Metfrag, SPS, MassWorks) a été ensuite employé pour identifier des possibles bio-indicateurs d'exposition aux pesticides étudiés.

L'analyse ciblée des extraits d'abeilles a montré que $59,6 \pm 4,6$ ng de CHLO par abeille ont été retrouvés, et cela correspond à seulement $4,2 \pm 0,3$ % de la quantité totale consommée. Pour BOSC, sa concentration dans les échantillons analysés se retrouve sous la limite de détection de la méthode. Ces résultats suggèrent que ces deux pesticides ont subi une transformation importante avant l'analyse.

L'analyse non ciblée a démontré que les composés détectés dans les abeilles exposées au boscalide ou au chlorantraniliprole étaient significativement différents à ceux dans les abeilles contrôle. Pour le boscalide et le chlorantraniliprole, 147 et 145 pics d'intérêt, respectivement, ayant des masses entre 128 et 860 Da ont été observés. L'identification moléculaire de ces bio-indicateurs potentiels sera présentée en détail.

Quoique l'approche décrite est une preuve de principe qui se limite à seulement deux composés, elle nous permettra de développer une méthodologie applicable à l'identification des marqueurs d'exposition des abeilles mellifères à de nombreux pesticides utilisés au Québec.

Mots clés : pesticides, abeilles, QuEChERS, spectrométrie de masse, analyse non-ciblée

1. Université de Sherbrooke, Département de chimie, Sherbrooke, QC

2. Université Laval, Département de Biologie, Québec, QC

3. McGill University, Department of Food Science and Agricultural Chemistry, Montréal, QC

Jérôme Cachot¹, Christelle Clérandeau¹, Ika Paul-Pont², Arnaud Huvet², Justine Receveur³, Anne-Laure Cassonne³, Kevin Tallec³, Camille Lacroix³

Relargage d'additifs et toxicité de produits en polystyrène ou en polymères biosourcés, biodégradables ou compostables neufs ou vieillis

Le polystyrène extrudé ou expansé est très utilisé comme emballage et pour l'isolation thermique et phonique. Dans le cadre de cette étude (projet Interreg OceanWise), six polymères utilisés comme emballages alimentaires ou isolants ont été étudiés : 1 PS extrudé, 2 PS expansés, 1 acide polylactique (PLA), 1 mélange acide polylactique plus poly(butylène adipate-co-terephthalate), 1 poly3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate. Ces matériaux ont été analysés sous leur forme native et après vieillissement accéléré en chambre solaire (3 mois). L'analyse chimique par GC-MS/MS des lixiviats en eau de mer a permis de démontrer le relargage de HAP ($\sum 24 \text{ HAP} = 356.7 \pm 527.6 \text{ ng.L}^{-1}$) et d'une sélection d'additifs ($\sum 15$ retardateurs de flamme, 6 antioxydants, 10 plastifiants, 3 stabilisateurs UV = $172.4 \pm 112.9 \text{ ng.L}^{-1}$) pour l'ensemble des matériaux testés mais avec des concentrations significativement plus importantes pour les PS par rapport aux biomatériaux. Pour la caractérisation de la toxicité de ces matériaux, des tests in vitro de cytotoxicité, de génotoxicité, d'activité oestrogénique et des tests embryo-larvaires (*Danio rerio*) ont été réalisés sur des extraits DMSO alors que des bioessais sur bactéries (Microtox) microalgues, embryons d'huîtres étaient réalisés sur les éluviats en eau de mer. Aucune toxicité n'a été mesurée sur les éluviats à l'exception notable du PLA qui inhibe très fortement le développement embryonnaire des huîtres. En revanche une toxicité plus contrastée a été observée pour les extraits DMSO de ces matériaux. Les extraits de PS ont montré une cytotoxicité, une activité oestrogénique et des effets sur le développement plus marqués que les polymères biosourcés, biodégradables ou compostables. Le vieillissement des polymères ne modifie pas le profil de toxicité.

Mots clés : Microplastiques, polystyrènes, matériaux alternatifs biodégradables, biosourcés ou compostables, vieillissement naturelle ou accéléré, empreinte toxicologique, caractérisation des additifs.

1. Université de Bordeaux. Laboratoire EPOC UMR 5805 CNRS/INP/ Université de Bordeaux, allée Geoffroy Saint Hilaire, 33600 Pessac.

2. IUEM, LEMAR UMR 6539 CNRS/UBO/IRD/Ifremer), Technopôle Brest-Iroise, Rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané.

3. CEDRE, Service Surveillance et études des déchets aquatiques, 715 Rue Alain Colas, 29200 Brest.

Mathilde Oger¹, Océane Vermeulen¹, Patrick Kestemont¹ et Valérie Cornet¹

La taille des particules de plastique influence-t-elle les réponses physiologiques et comportementales des embryons de poisson-zèbre exposés ?

La recherche sur les particules de plastique s'est fortement développée cette dernière décennie. Cependant, malgré l'intensification des recherches, de nombreuses zones d'ombres persistent toujours. C'est le cas au niveau de l'étude du chorion. Cette enveloppe, indispensable au développement de l'embryon, est la première protection contre les pollutions environnementales, dont le plastique. Or, le chorion est percé de pores permettant des échanges gazeux indispensables. En fonction de leur taille, les nanoplastiques (NPs) peuvent pénétrer par ces pores et accéder directement à l'embryon alors que les microplastiques (MPs) s'accumulent à la surface du chorion.

Cette étude suit les influences directes des NPs et indirectes des MPs au cours des premiers stades de vie du poisson-zèbre. Les œufs étaient exposés moins de 2 heures post fécondation (hpf) jusqu'à 96 hpf à 1000 µg/L de billes de polystyrène de deux tailles différentes : 5 µm (MPs) ou 250 nm (NPs). Durant ces 4 jours, la morphologie, la consommation en oxygène, le rythme cardiaque, les taux d'éclosion et d'apoptose, et le comportement des embryons et des larves ont été suivis.

Ce travail montre que la différence de taille entre MPs et NPs est non négligeable. En effet, les résultats dévoilent que le chorion joue, dans un premier temps, un rôle protecteur contre les MPs en les empêchant de passer. Les NPs peuvent, quant-à-eux, interagir directement avec l'embryon en passant au travers des pores du chorion. La microscopie électronique à balayage a permis la visualisation des NPs sur les couches intérieures et extérieures du chorion, tandis que les MPs n'ont pu être aperçus que sur la couche extérieure. Les embryons exposés aux NPs ont montré une hypoactivité dès les tous premiers mouvements réflexes. Ils ont également présenté un taux plus élevé d'apoptose dans l'œil, montrant d'éventuellement lésions, et une éclosion retardée. Après l'éclosion, les larves exposées aux NPs ont eu une consommation d'oxygène plus élevée et une hypoactivité d'autant plus marquée. Leur locomotion suite à un stress lumineux ou sonore a également diminué par rapport au contrôle. En revanche, les expositions aux MPs n'ont pas montré d'effets significatifs sur les marqueurs morphologiques et physiologiques étudiés sur les embryons. Cependant, une diminution de la locomotion des larves lors d'un stress sonore a été observée. Cette hypoactivité était similaire à celle observée lors de l'exposition aux NPs. De plus, une sous-expression des gènes liés au stress oxydant et à la détoxification indiquerait que les deux tailles de plastique influenceraient le développement des poissons-zèbres.

Les NPs et MPs semblent donc impacter le développement embryonnaire des poisson-zèbres mais à des degrés différents. Les NPs pouvant passer le chorion auraient des impacts plus directs que les MPs sur le système nerveux et les allocations énergétiques de l'embryon. La taille des particules est donc primordiale dans ce genre d'étude.

Mots clés : Microplastique, nanoplastique, chorion, poisson-zèbre, comportement, neurotoxicité

¹. Université de Namur, Département de Biologie, URBE – LEPT, 61 Rue de Bruxelles – 5000 Namur

Ingrid-Alejandra Granados-Galván¹, A. H. M. Enamul Kabir¹, Amila De Silva², Liisa Jantunen³, Guillaume Barnouin¹, Alice Guillot¹, Florentine Malaisé⁴, Derek C.G. Muir³, Huixiang Xie¹, Youssouf Soubaneh Djibril⁴, Peter Amarualik Sr.⁵, Zhe Lu¹

Évaluation des microplastiques et contaminants associés au plastique dans la neige de l'Arctique canadien

La pollution plastique comprend les pièces en plastique, les additifs plastiques et les produits chimiques adsorbés sur les plastiques. Les microplastiques (1 µm — 5 mm) et les composés associés au plastique peuvent être transportés dans les écosystèmes à travers les dépôts atmosphériques (par exemple, la neige). Toutefois, les connaissances sont insuffisantes dans l'Arctique canadien. Cette étude examine la distribution et les caractéristiques des microplastiques, ainsi la concentration de deux groupes de contaminants associés au plastique : les esters organophosphorés (OPE) et les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) dans la neige de l'Arctique canadien. L'échantillonnage était fait entre février 2020 et mai 2021 à Little Fox Lakes (Yukon ; $n=6$), Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest ; $n=5$), l'île Cornwallis (Nunavut ; $n=9$) et l'Alert (Nunavut ; $n=15$). Des techniques de filtration (> 20 µm), de visualisation microscopique et de spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier ont utilisées pour l'analyse des microplastiques. Les OPE et les PFAS ont été extraits en phase solide et analysés par chromatographie liquide à ultra haute pression couplée à la spectrométrie de masse en tandem. Les résultats préliminaires sur les microplastiques montrent une abondance moyenne de particules de 26 ± 25 n/L (moyenne \pm S. D.). Les microplastiques sont plus abondants dans les échantillons de l'île Cornwallis (50 ± 31 n/L) et respectivement suivis par ceux de Little Fox Lakes (28 ± 7 n/L), Alert (14 ± 16 n/L) et Yellowknife (13 ± 5 n/L). Les formes prédominantes étaient les fibres (59 %) et les fragments (38 %), et la longueur médiane était de 759 ± 918 µm (moyenne \pm S. D.). Divers polymères ont été trouvés, le polyester (30 %) et le polypropylène (28 %) étant les types dominants. Le reste d'échantillons sont en cours d'analyse. Les OPE et les PFAS ont été analysés pour des échantillons provenant de Yellowknife et de l'île Cornwallis. Dix-sept OPE et 12 PFAS ont été fréquemment détectés (> 75 %) dans les échantillons de neige (concentration moyenne : $\sum_{26} \text{OPEs} = 97 \pm 5$ ng/L ; $\sum_{23} \text{PFASs} = 3,5 \pm 0,3$ ng/L). Ces résultats sont potentiellement liés aux sources locales et contaminations provenant des zones peuplées. Des études de corrélation entre les microplastiques et les OPE/PFAS seront réalisées une fois les données sur les microplastiques sont obtenues. Les résultats de cette étude aideront à mieux comprendre les dépôts atmosphériques de microplastiques et de contaminants associés au plastique dans l'Arctique canadien.

Mots clés : Arctique canadien, neige, microplastique, contaminants plastiques associés, esters organophosphorés, substances per- et polyfluoroalkylées.

1. Institut des Sciences de la Mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Rimouski (Québec) G5L 3A1, Canada

2. Division de la recherche sur les contaminants aquatiques, Environnement et Changement climatique Canada, Burlington (Ontario) L7S 1A1, Canada

3. Section de recherche sur processus en qualité d'air, Environment and Climate Change Canada, Egbert (Ontario) L0L 1N0, Canada,

4. Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski (Québec) G5L 3A1, Canada

5. Resolute Bay (Nunavut) XOA OVO, Canada

Linsey Mouatchô¹, Marc Amyot² et Isabelle Lavoie¹

Microplastiques et périphyton : suivi dans les herbiers du lac Saint-Pierre

Les herbiers du lac Saint-Pierre sont essentiels à la régulation des matières en suspension. Le biofilm qui colonise ces herbiers, l'épiphyton, constitue une source alimentaire importante pour les organismes herbivores. Cependant, diverses perturbations anthropiques s'exercent sur le lac et ses herbiers. Ces perturbations, telles que les tributaires agricoles, les rejets d'eaux usées ou encore le lessivage d'axes routiers, peuvent s'avérer être des sources de contamination en microplastiques (MP). Ces derniers sont susceptibles d'atteindre les herbiers et d'être piégés dans l'épiphyton qui s'y développe. Toutefois, la capacité du biofilm à piéger ces MP est encore peu étudiée. Pourtant, cette accumulation pourrait constituer un risque écotoxicologique pour les organismes consommateurs de ce biofilm.

Pour cette étude, trois stations ont été échantillonnées dans la région des îles de Sorel en amont du lac Saint-Pierre en 2021. Ces mêmes stations ainsi que quatre stations supplémentaires ont été échantillonnées en 2022. Des échantillons d'épiphyton ont été récoltés le long d'un transect de trois points à chacune des stations en détachant vigoureusement le biofilm accumulé sur les plantes aquatiques.

Les échantillons de biofilm ont, dans un premier temps, été analysés à la loupe binoculaire sur filtres en stainless de 104 µm d'ouvertures de pores. Les particules suspectées d'être des MP ont été caractérisées, puis isolées pour des analyses postérieures en FTIR. Les résultats préliminaires de l'étude exploratoire qui seront présentés lors de cet exposé, indiquent que des MP s'accumulent dans l'épiphyton des herbiers. Une cartographie des MP accumulés dans les biofilms permettra d'obtenir un premier regard sur cette problématique.

Mots clés : Biofilms algaux, microplastiques, analyse quantitative, milieu lotique

¹. Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, 490 rue de la couronne, Québec (Québec)

². Université de Montréal, Département de sciences biologiques, 1375 avenue Thérèse-Lavoie-Roux, Montréal (Québec)

**Marie Faraut¹, Youssouf Soubaneh Djibril², Réjean Tremblay¹, Emilien Pelletier¹,
Claude Rouleau² et Camille Berthod¹**

Cinétique de bioaccumulation des particules de polystyrène et effets sur la condition énergétique du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*)

En 2019, environ 370 millions de tonnes de plastique ont été produits dans le monde en raison d'une croissance continue de l'utilisation du plastique, dont 79% vont se retrouver dans l'environnement. Lors de son introduction dans le milieu marin, la dégradation du plastique est causée par un certain nombre de processus physiques et chimiques, entraînant notamment la création de microplastiques (1 µm et 5 mm) et nanoplastiques (< 1 µm). Ces particules de plastiques peuvent être alors ingérées par les organismes marins, notamment les organismes filtreurs. Parmi eux, le pétoncle géant présente un fort intérêt socio-économique au Canada, pêché dans le golfe du Saint-Laurent. La bioaccumulation des microplastiques (MPs) et nanoplastiques (NPs) par le pétoncle géant suscite de grandes inquiétudes pour la consommation humaine. L'objectif de cette étude est d'évaluer la dynamique de bioaccumulation des NPs et MPs de polystyrène marqué au ¹⁴C dans les différents tissus de pétoncle géant, par l'approche d'autoradiographie, ainsi que d'évaluer les impacts énergétiques sur le pétoncle géant, dans des conditions de contamination chronique. Au cours de notre étude, les pétoncles sont soumis à une période de contamination, puis de dépuración (3 mois) durant lesquelles la cinétique des MPs dans l'eau des bassins, les autoradiographies des organismes et leurs conditions énergétiques ont été examinés. Les concentrations utilisées en MP restent proches de celles du milieu marin. La méthode d'autoradiographie consiste à marquer des isotopes pour pouvoir suivre leurs biodistributions et leurs chemins à l'intérieur des organismes. Les résultats de l'étude permettent de conclure que les particules de polystyrène radiomarké ne s'accumulent pas au sein des tissus, bien qu'ils soient filtrés par les pétoncles. Les particules de plastiques filtrées sont donc rapidement dépurées. De plus, nos résultats démontrent que la condition de survie ou de croissance des pétoncles n'est pas impactée par la filtration des particules de plastiques (tailles de de 0,8 à 1,9 µm).

Mots clés : Microplastique; Autoradiographie; Bioaccumulation; Carbone 14; *Placopecten magellanicus*

¹ Institut des sciences de la mer de Rimouski, 310 All. Des Ursulines, Rimouski (QC) G5L 2Z9, Canada

² Université du Québec à Rimouski, 300 All. Des Ursulines, Rimouski (QC) G5L 3A1, Canada

Maxime Gauthier^{1,2}, Gaëlle Daniele⁴, Barbara Giroud⁴, Jérémy Defrance^{1,3}, Florent Lafay⁴, Catherine Jumarie², Emmanuelle Vulliet⁴, Jeanne Garric¹, Monique Boily² et Olivier Geffard¹

Perturbation de la reproduction et du développement par des pesticides chez le gammare *Gammarus fossarum* ; implication potentielle de l'acide rétinoïque?

La présence de pesticides dans les écosystèmes aquatiques soulève d'importantes préoccupations pour les espèces fauniques non ciblées. Grâce au développement et à l'utilisation de biomarqueurs, une biosurveillance efficace peut déceler de façon précoce les dérèglements de ces organismes. Les rétinoïdes (RETs, vitamine A et dérivés) sont des composés essentiels pour les vertébrés, et sont utilisés comme biomarqueurs pour témoigner de la pression chimique des écosystèmes. Quelques études laissent présager d'une implication de l'acide rétinoïque (AR, forme active de la vitamine A) dans le développement et la reproduction des crustacés. Afin de statuer sur l'implication de l'AR dans ces fonctions et du potentiel des RETs à agir à titre de biomarqueurs dans les crustacés, nous avons étudié, le gammare *Gammarus fossarum*. Nous avons 1) identifié et estimé les concentrations de RETs du gammare à l'aide d'une méthode de séparation par chromatographie liquide à ultra-haute performance et d'analyse par spectrométrie de masse en tandem, 2) étudié l'implication de l'AR dans les fonctions reproductives et développementales, et 3) évalué les effets de pesticides sur ses RETs, en lien avec ces deux fonctions. Des diminutions de rétinaldéhyde et de rétinol ainsi qu'une augmentation des métabolites de l'AR au cours de la reproduction ont été observées. Les fluctuations à la hausse ou à la baisse en AR ainsi que les effets sur l'ovogénèse, l'embryogénèse et la mue des gammares des expositions à l'AR et au citral, inhibiteur de sa synthèse, laissent présager d'un rôle de l'AR dans ces fonctions. Une exposition au méthoprène a modifié le ratio entre les isomères de l'AR chez *G. fossarum* ce qui pourrait expliquer les effets sur l'oogenèse et la mue. Ces résultats montrent que le système des RETs de *G. fossarum* est influencé par la présence de pesticides et ouvrent une piste de recherche pour le développement de biomarqueurs chez les arthropodes.

Mots clés : Vitamine A; acide rétinoïque; biomarqueur; insecticide; herbicide, arthropodes

¹ Unité de recherche RiverLy, INRAE, 5, Rue de la Doua, C.S. 20244, Villeurbanne Cedex, France

² Université du Québec à Montréal (UQAM), Département des sciences biologiques, 141, Avenue du Président-Kennedy, C.P. 8888, Succursale Centre-Ville, H3C 3P8, Montréal (Québec), Canada

³ École Normale Supérieure de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Univ. de Lyon, 15, parvis René Descartes, 69342, Lyon Cedex 07, France

⁴ Univ. Lyon, CNRS, Université Claude Bernard Lyon 1, Institut des Sciences Analytiques, UMR 5280, 5, Rue de la Doua, F-69100, Villeurbanne, France

Alison Mombert^{1,2}, Diana.C.Casteñeda-Cortés¹, Valérie Langlois¹

Rôle de la stéroïde-5 α -réductase de type 2 dans le développement et la reproduction des amphibiens

L'enzyme stéroïde-5 α -réductase de type 2 (Srd5 α 2) produit l'un des androgènes les plus puissants chez la grenouille, la 5 α -Dihydrotestostérone (5 α -DHT). Avec l'augmentation des activités anthropiques au cours de ces dernières années, cette dernière a entraîné l'exposition de la faune, notamment le cas des amphibiens et même des humains à un cocktail de substances chimiques, de contaminants environnementaux agissant comme des perturbateurs endocriniens. Il est alors essentiel d'évaluer comment les androgènes sont régulés et produits pour comprendre les conséquences sur la santé de l'altération de la biosynthèse des androgènes. Des mutants de grenouille (srd5 α 2^{+1 Δ 4}) imitant la perturbation androgénique ont été créés en utilisant l'un des meilleurs modèles aquatiques pour tester les perturbateurs endocriniens, la grenouille à griffes occidentale (*Silurana tropicalis*), et la technologie d'édition de gènes CRISPR. Outre leur capacité de métamorphose, les grenouilles représentent un modèle animal unique, avec de grands embryons se développant extérieurement, qui permet d'étudier tous les aspects de la physiologie du développement (par rapport à n'importe quel modèle de mammifère). La recherche vise à caractériser la façon dont SRD5 α 2 régule le développement gonadique, la différenciation et d'autres facteurs liés à la reproduction comme le maintien de la capacité de reproduction et des caractéristiques sexuelles secondaires. Nos résultats préliminaires révèlent que les mutants homozygotes ne présentent pas de différences morphologiques externes par rapport au type sauvage dans les deux sexes. Cependant, les coussinets nuptiaux, caractéristiques sexuelles secondaires androgéno-dépendantes chez les grenouilles mâles, sont absents chez les mutants mâles homozygotes. En outre, la capacité de reproduction semble être diminuée chez les couples homozygotes et hétérozygotes ; l'induction de la reproduction à l'aide de la gonadotrophine chorionique humaine (hCG) ne réussit pas à reproduire ce qui a été observé ; néanmoins, des essais de comportement sexuel et la caractérisation histologique des gonades sont nécessaires pour élucider cette observation. Comme les mutants ne peuvent pas se reproduire naturellement par fécondation in vitro, des embryons homozygotes ont été générés. De manière surprenante, le manque de SRD5 α 2 a plusieurs implications dans le développement précoce de *S.tropicalis* ; plusieurs malformations de la moelle épinière ont été observées chez les individus mutants dans les premières 24 heures après la fécondation par rapport aux embryons de type sauvage. Ces résultats soulignent que le SRD5 α 2 peut avoir des fonctions cruciales pour le développement embryonnaire et pas seulement dans la reproduction des amphibiens. À une échelle plus pratique, cette recherche pourrait avoir des applications ciblant la contamination environnementale qui agirait par l'activation ou la désactivation de la production d'androgènes chez les espèces aquatiques et semi-terrestres.

Mots clés: stéroïde-5 α -réductase de type 2, 5 α -Dihydrotestostérone, perturbateurs endocriniens, amphibiens, reproduction, développement précoce.

¹. Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, 490 rue de la Couronne, QC, G1K 9A9, Canada

². Université de Bordeaux, département de chimie, 351 cours de la libération, 33520, Talence, Bordeaux, France

**Julie Robitaille¹, Mélanie Desrosiers², Marianne Métivier², Éloïse Veilleux²,
Isabelle Guay² & Valérie S. Langlois¹**

Caractérisation de l'activité endocrinienne d'un effluent d'une usine de pâtes et papiers
à l'aide de bioessais

Les perturbateurs endocriniens (PE) sont des contaminants capables d'altérer le fonctionnement normal des hormones (ex. : développement et reproduction). Pour faire un meilleur suivi des PE dans les eaux usées du Québec, une approche en deux niveaux par bioessais a été développée en partenariat avec le MELCCFP. Cette approche est constituée de deux bioessais in vitro de transactivation des récepteurs des estrogènes (ER) et des androgènes (AR), et de l'essai standard de reproduction à court terme chez le mené à grosse tête (21 jours). La présente étude vise à valider l'utilité de cette approche par bioessais pour un effluent d'une usine de pâtes et papiers. L'exposition des poissons à cet effluent a mené à la diminution de la reproduction jusqu'à son arrêt selon une courbe dose-réponse pour les trois concentrations utilisées (12,5, 25 et 50 %). Malgré l'importance de l'effet observé sur la reproduction, les résultats des bioessais in vitro indiquent une activité endocrinienne faible, voire négligeable. Pourtant, la présence de bisphénol S et de phtalates ont été détectés à des concentrations de l'ordre du µg/L sur l'ensemble de l'exposition. Ces substances sont connues pour interagir avec ER et AR, et pourraient expliquer les effets observés chez le poisson. La faible activité détectée in vitro pourrait s'expliquer par de l'interférence générée par les différents contaminants du mélange. Pour pouvoir utiliser les bioessais in vitro pour le suivi des effluents d'usines de pâtes et papiers, il faudrait ainsi chercher une méthode pour réduire cette interférence ou évaluer l'utilité d'autres mécanismes d'action.

Mots clés : perturbateur endocrinien, bioessais, pâtes et papiers, effluent, surveillance

¹. Institut national de la recherche scientifique (INRS), Centre Eau Terre Environnement, Québec, QC

². Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), Québec, QC

Pauline Pannetier¹, Ilona Mahe¹, Jérôme Cachot², Laure Bellec², Christelle Clérandeau², Lisa Baumann^{3,4}, Lisa Goelz⁴, Lenaïg Louboutin¹, Thierry Morin¹ et Morgane Danion¹

Effets d'une exposition au fluorure de sodium (NaF), perturbateur endocrinien suspecté, sur le développement, la santé et la résistance aux virus d'embryons et de larves de truites arc-en-ciel

Au cours des 20 dernières années, de nombreuses études ont suggéré qu'une grande diversité de molécules chimiques de synthèse utilisées dans des applications agricoles et industrielles pouvaient avoir un effet perturbateur du système endocrinien chez l'homme et l'animal. Ces perturbateurs endocriniens (PE), omniprésents dans les environnements terrestres et aquatiques, font désormais l'objet d'une attention accrue de la part du public et des scientifiques qui les ont classés parmi les substances extrêmement préoccupantes pour la santé et l'environnement. Si historiquement l'accent a été mis sur les PE qui provoquent des effets sur les hormones stéroïdiennes sexuelles et affectent les capacités de reproduction des organismes exposés, la perturbation du système hormonal thyroïdien (SHT) par ces PE suscite de plus en plus d'attention. Chez les vertébrés, le SHT interagit avec une grande variété de systèmes physiologiques cibles, y compris le système immunitaire (SI), a un rôle majeur dans le développement des organismes et peut influencer la diversité microbienne de certains tissus. La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet SUSPECT. Ce dernier a pour objectif principal de déterminer le rôle potentiel du Fluorure de Sodium (NaF), l'une des 16 substances considérées prioritaires par l'Anses en 2021, sur le triptyque SHT/SI/microbiotes de la truite arc en ciel, une espèce d'intérêt économique et environnemental. Dans la présente étude, des embryons de truites arc en ciel (*Oncorhynchus mykiss*) ont été exposés durant 21 jours à différentes concentrations de NaF. Les animaux seront suivis quotidiennement et des prélèvements/analyses ont été faits à différents temps (état de santé, morphométrie, comportement, histologie des organes endocrinien et immunitaire, hématologie, ...) pour évaluer les potentielles perturbations induites au niveau du SHT et de l'immunité. Les impacts potentiellement générés chez les animaux par l'exposition chimique sur la résistance aux pathogènes seront évalués en les soumettant à une épreuve infectieuse au virus de la nécrose hématopoïétique infectieuse (vNHI). Les premiers résultats seront présentés ici.

Ce projet est financé par le Programme National de Recherche Environnement-Santé-Travail de l'Anses avec le soutien des ministères chargés de l'environnement, de l'agriculture et du travail (ANSES-22-EST-050).

Mots clés : perturbateurs endocriniens, système immunitaire, thyroïde, comportement, développement, infection virale

¹ Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort, unité VIMEP, Technopôle Brest Iroise, Plouzané, France

² Université de Bordeaux, Laboratoire EPOC, Equipe Ecotoxicologie Aquatique, UMR CNRS 5805 EPOC, Pessac, France

³ Amsterdam Institute for Life and Environment (A-LIFE), Section Environmental Health & Toxicology, Vrije Universiteit Amsterdam, Netherlands

⁴ Aquatic Ecology & Toxicology, COS, University of Heidelberg, Allemagne

**Mazari Ait Kaci^{1,2}, Amel Berrebah Alioua, Kamel Bentayeb³, Fatma Belhoucune¹,
Youcef Abismail¹**

Estimation du coefficient d'adsorption des pesticides dans le sol par modélisation QSPR

L'évaluation des risques environnementaux associés aux composés organophosphorés nécessite la détermination de leur coefficient d'adsorption dans le sol (Koc), une étape qui est à la fois coûteuse et longue. Dans ce travail, nous avons utilisé une plateforme en ligne gratuite pour développer des modèles de prédiction du Koc des pesticides organophosphorés. Nous avons effectué une analyse complète de la structure moléculaire et des propriétés pour générer plusieurs modèles QSPR. Ensuite, en examinant différentes combinaisons optimales de modèles, nous avons consolidé ces modèles en un modèle de consensus. Tous les modèles, les données et les calculs sont partagés gratuitement sur la plateforme. Cette approche offre un moyen rapide de détermination du Koc des composés organophosphorés, ce qui permet une évaluation plus efficace des risques associés à ces substances dans l'environnement.

Mots clés : Pesticide, Risques environnementaux, Koc, QSPR

¹. LATES, Dép. vivant et environnement, Faculté SNV, Université des sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf, Oran, Algérie

². Université Akli Mohand Oulhadj Bouira, Algérie

³. LIPE, Dep. Chimie physique, Université des sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf, Oran, Algérie

Coumba Daga Touré Fall¹, Rachida Fegrouche²

Évaluation et Risque sanitaire de la Bioaccumulation des Pesticides et des ETM chez l'escargot : cas de *Helix aspersa aspersa* (Petit-gris) dans la zone de Mechrá Belqsiri

Le rejet continu de divers produits chimiques dans l'environnement est aujourd'hui une grande préoccupation pour le monde entier car certains d'entre eux persistent dans cet écosystème entraînant des maladies graves. L'objectif de notre étude est d'évaluer la contamination de quatre (4) substances actives de pesticides dont methaldehyde, carbendazim, abamectine, mancozebe et deux éléments traces métalliques très toxiques à savoir le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) dans la chair de l'escargot *Helix aspersa aspersa* (petit gris) espèce largement utilisée dans les études de surveillance de la pollution. L'échantillonnage a été réalisé sur trois (3) stations dont St1T (station tomate), St2P (station piment), St3A (station artichaut) présentes sur un site reconnu par la charge des activités agricoles dans la zone de Mechra Bel Ksiri Situé dans la province de Sidi Kacem. Nos résultats ont montrés que les substances actives sont présents dans les trois stations (St1T; St2P, St3A) avec une forte accumulation du mancozeb et du carbendazim. La plus forte concentration a été observée chez les escargots prélevés au niveau de la station St3A. En ce qui concerne les éléments traces métalliques, nos résultats ont révélés que la station St3A est plus polluée que les deux autres stations (St1T et St2P) avec comme valeur respective 2,03 mg /kg; 0,29 mg /kg et 0,23 mg /kg pour le (Cd) et 2,31 mg /kg; 1,09 mg /kg et 1,54 mg /kg pour le (Pb). En effet, les escargots ont envahies ce milieu, et la forte contamination est liée par une application excessive de pesticides dans cette station par rapport aux deux autres stations. Les résultats ont également montré que les concentrations moyennes de Cd (1,52mg/kg poids sec) et Pb (1,64mg/kg poids sec) dans la chair des escargots examinés dépassaient le niveau maximal admissible recommandé par l'Union Européenne (UE) et la Commission du Codex Alimentarius (Codex, 2018 et 2019) pour la consommation humaine ce qui constitue un danger pour le consommateur.

Mots clés : *Helix aspersa*, pesticides, éléments traces métalliques

¹. Laboratoire de biodiversité, écologie et génome (BioEcoGen), Département de biologie ,Faculté des Sciences, 4 Avenue Ibn Battouta B.P. 1014 RP, Rabat

². Université Mohammed V à Rabat, Maroc, Departement de biologie,4 Avenue Ibn Battouta B.P. 1014 RP, Rabat

Karima Elmchichi¹, Ali Banaoui¹, Mustapha Agnaou¹, Abdellatif Moukrim¹

Optimisation de l'activité acetylcholinesterase chez *monodonta lineata* comme biomarqueur de pollution dans la baie d'agadir

La validation de l'utilisation du gastéropode *Monodonta lineata* comme espèce sentinelle dans la biosurveillance des écosystèmes côtiers est le but de notre étude. Pour ce faire, l'optimisation du dosage de l'activité d'acétylcholinestérase AChE, chez ce mollusque, a été conduite pour son utilisation comme biomarqueurs de pollution. En effet, les conditions optimales de dosage de l'activité AChE ont été déterminées en étudiant les principaux paramètres influencent les niveaux de l'activité de l'AChE chez *Monodonta lineata*.

Dans un premier temps, le dosage de l'activité spécifique de l'AChE a été déterminé en fonction des variations de pH et de la température du milieu réactionnel.

Les résultats de cette étude ont révélé que la méthode utilisée permet une bonne extraction de l'activité AChE, montrant des niveaux de concentrations assurant une très bonne détection dans les échantillons. Ces valeurs sont presque les même que celles indiquées chez d'autre espèce de mollusques marin étudiés comme espèces sentinelles dans écosystèmes côtiers.

Ce travail vise la fixation du gastéropode comme espèce sentinelle dans la baie d'Agadir en dressant l'état de santé initiale des deux écosystèmes marins : ANZA et Cap Ghir. Ainsi, une étude pluridisciplinaire a été conduite chez l'espèce, alliant deux approches complémentaires : i) l'approche : Chimique (physico-chimie et détection chimique de polluants) ; et ii) l'approche biologique (étude écotoxicologique de la réponse multi- biomarqueurs et de la biologie de reproduction).

D'autres paramètres seront étudiés pour compléter l'optimisation et la caractérisation de l'activité AChE comme biomarqueurs chez *M. lineata*, tel : l'effet de sexe, effet de la concentration de l'enzyme et le type et la concentration du substrat et la distribution tissulaire.

Mots clés : *Monodonta lineata*, acétylcholinestérase, optimisation du dosage, pH, température

¹. Laboratoire des systèmes Aquatique : Milieu Marin et Continental AQUAMAR, Faculté des Sciences BP 8106, 80 000 Agadir.

**Simon Devin^{1,2}, Marine Potet^{1,2}, Danièle Pauly^{1,2}, Fanny Louis^{1,2}, Romain Péden³,
Carole Bertrand⁴, Laure Giambérini^{1,2}, Sandrine Pain-Devin^{1,2}**

Biomarqueurs et Biosurveillance : éléments de validation méthodologique de l'utilisation des dreissènes pour les écosystèmes dulçaquicoles.

Les démarches de biosurveillance ont pour objectif d'établir un diagnostic fiable et répétable de l'état de santé des organismes, et à partir de cette information, d'inférer la qualité physico-chimique du milieu et le risque pour les populations, les communautés ou les écosystèmes. Les outils déployés pour atteindre ces objectifs permettent d'obtenir des informations aux différentes échelles d'intégration biologique. Aux deux extrémités du continuum se trouvent les mesures de contaminants dans les matrices abiotiques et les indices biologiques basés sur la structure des communautés. Il est reproché aux premiers de ne pas être suffisamment représentatifs de l'exposition réelle des organismes, et aux seconds de ne révéler que tardivement les effets d'une perturbation. Des mesures aux échelles individuelles et/ou populationnelles pourraient intervenir en complément de ces approches, pour améliorer notre compréhension du lien entre exposition et effets. Parmi ces outils, les biomarqueurs sont régulièrement proposés et déjà intégrés dans certains programmes de biosurveillance. Pour franchir l'étape vers une utilisation dans les réseaux de surveillance, la méthodologie de déploiement nécessite encore d'être précisée.

L'étude présentée comporte deux volets : dans un premier temps, une approche de biosurveillance passive a été réalisée sur une large aire géographique, incluant des sites avec des profils de contamination et des conditions hydromorphologiques très contrastés. Ce suivi, réalisé à l'aide des deux espèces de dreissènes présentes en France, *Dreissena polymorpha* et *Dreissena rostriformis bugensis*, s'est attaché à comparer les profils de réponse des biomarqueurs mesurés en fonction de la saison ou de l'espèce, pour déterminer si ces facteurs sont à même de modifier la perception d'un gradient de contamination entre les sites. Nos résultats montrent des différences selon l'espèce et selon la saison entre (1) les valeurs brutes des paramètres mesurés et (2) les biomarqueurs induits. Les gradients environnementaux sont décrits avec la même efficacité par les deux espèces, mais leur aptitude respective à être un témoin efficace de la contamination des sites diffère.

Le second volet concerne la variabilité des valeurs des biomarqueurs sur une toute petite échelle temporelle. La biosurveillance, qu'elle soit active ou passive, induit l'étude de plusieurs sites qui peuvent être éloignés géographiquement. Les échantillonnages seront en conséquence réalisés à des moments différents, plusieurs heures pouvant s'écouler entre deux sites. Un échantillonnage toutes les 2h sur un cycle de 24h a permis de déterminer l'influence potentielle de ce facteur temps sur les réponses mesurées pour chaque espèce, avec des résultats rassurants.

Mots clés : Dreissènes, Variabilité spatiale, Variabilité temporelle, Contamination, Biosurveillance

1. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France

2. LTSER France, Zone Atelier du Bassin de la Moselle, F-57000 Metz, France

3. Université de Reims Champagne-Ardennes, UMR I-02 SEBIO, F-51687 Reims

4. Helmholtz Institute for Pharmaceutical Research Saarland, 66123 Saarbrücken, Allemagne

Session 5

Manon Bain¹, Chloé De Vernisy¹, Marie Zaffino¹, Danièle Pauly¹, Bénédicte Sohmi¹, Christophe Gauthier^{2,3}, Maximilien Beuret¹, Simon Devin^{1,4} et Sandrine Pain-Devin^{1,4}

Ouverture de barrage et remobilisation de sédiments contaminés : conséquences sur les réponses biologiques de *Dreissena polymorpha* et *Dreissena r. bugensis*

Les dreissènes sont des organismes modèles vivant en eau douce fréquemment utilisés dans des contextes de biosurveillance active et/ou passive de contaminations industrielles, agricoles et urbaines. Leur utilisation est facilitée par des caractéristiques comme leur sédentarité, leur abondance, ainsi que leur tolérance à la manipulation et à la transplantation. Notre étude s'inscrit dans un contexte de biosurveillance active d'une rivière en cours de restauration et se base sur les réponses biologiques de *Dreissena polymorpha* et *Dreissena rostriformis bugensis*. L'Orne est une rivière sidérurgique lorraine au lourd passé industriel qui subit encore aujourd'hui de fortes pressions agricoles sur le secteur amont et urbaines sur le secteur aval. Depuis 2019 cette rivière fait l'objet d'opérations de restauration notamment via l'ouverture des vannes des barrages, devenus obsolètes depuis l'arrêt complet des activités sidérurgiques. La présentation sera axée sur la mesure de biomarqueurs dans les glandes digestives de dreissènes encagées sur 5 sites dans l'Orne et la Moselle. Les campagnes d'encagement ont été réalisées entre l'automne 2020 et le printemps 2022, afin d'encadrer différents épisodes de stress environnementaux (hydrologiques et traitement des surfaces agricoles) et différents stades du cycle biologique. Les biomarqueurs mesurés ont été choisis pour leur rôle (i) dans la gestion énergétique, (ii) dans la défense anti-toxique et anti-oxydante et (iii) dans la survenue d'effets toxiques.

Les réponses biologiques hors période de crue et à différents moments du cycle biologique (pré-, post-reproduction et repos), mettent en évidence (i) que le profil de réponse est nettement différent entre les deux espèces de dreissènes, mais qu'il ne varie pas selon la saison, et (ii) que l'effet site est modéré. Pourtant, les biomarqueurs permettent de discriminer les secteurs amont et aval de l'Orne, ainsi que la partie intermédiaire, plus urbanisée. De plus, bien que le traitement des données de physico-chimie et de bioaccumulation des éléments métalliques et majeurs soit encore à approfondir, les premiers résultats laissent supposer que les biomarqueurs permettent de détecter la survenue d'une contamination saisonnière liée à l'usage des sols et aux conditions hydrologiques. Un épisode de crue hivernale a ainsi été suivi afin d'étudier l'impact d'une remobilisation potentielle des sédiments anciennement contaminés sur le biote aquatique. L'ensemble de ces travaux confirme l'intérêt d'utiliser les dreissènes en biosurveillance et la nécessité d'approfondir nos connaissances sur leur biologie, leur physiologie et l'influence des facteurs confondants tels que le cycle biologique.

Mots clés : Dreissènes – Biosurveillance active – Multi-biomarqueurs – Contaminations sédimentaires – Integrated Biomarker Response (IBR)

1. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France

2. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-54000 Nancy, France

3. LTSER France, Zone Atelier du Bassin de la Moselle, F-54000 Nancy, France

4. LTSER France, Zone Atelier du Bassin de la Moselle, F-57000 Metz, France

Laure Bellec¹, Audrey Botté¹, Laura Payton¹ et Damien Tran¹

Effet potentiel de la pollution lumineuse sur le microbiote de l'huître *Crassostrea gigas*

Les cycles naturels de la lumière jouent un rôle primordial dans la synchronisation des rythmes biologiques, notamment des organismes marins. Or la pollution lumineuse issue de la lumière artificielle nocturne (« ALAN » pour « Artificial Light At Night ») est omniprésente et en expansion dans les environnements côtiers avec des conséquences écologiques et physiologiques potentiellement profonde. Pourtant, peu ou pas d'études concernant l'impact d'ALAN sur les organismes vivant sur le littoral sont disponibles. C'est pourquoi nous avons étudié l'impact d'ALAN sur les rythmes biologiques et caractériser l'impact potentiel sur le microbiote bactérien branchial de l'huître *Crassostrea gigas*. En effet le microbiote joue un rôle primordial chez les bivalves en influençant leurs capacités de nutrition, de croissance, leur physiologie et système immunitaire. Or de récentes études montrent que le fonctionnement du microbiote est aussi sous contrôle de l'horloge circadienne de l'hôte. De ce fait ALAN peut potentiellement perturber le microbiote. Pour tester cette hypothèse de dysbiose (déséquilibre du microbiote) par ALAN, des huîtres ont été exposées à une condition ALAN de faible intensité (1 lux) et une condition contrôle (< 0.05 lux), pendant 4 semaines avec une alternance 12h jour / 12h nuit. Une approche de métagénomique ciblée (métabarcoding), par amplification de la région V3-V4 de l'ADN 16S bactérien, a permis d'analyser la diversité (indices Alpha et Bêta) et d'établir la composition taxonomique de la communauté bactérienne des branchies. Les premiers résultats montrent des compositions taxonomiques différentes entre les deux conditions pendant la nuit et une diminution de la diversité en présence d'ALAN. Ces changements du microbiote de l'huître démontrent le potentiel d'ALAN à perturber des organismes aquatiques côtiers, et ce dès de très faibles intensités.

Mots clés : pollution lumineuse, *Crassostrea gigas*, rythmes biologiques, microbiote, écosystèmes côtiers, dysbiose.

¹. Université de Bordeaux, Laboratoire EPOC, Equipe Ecotoxicologie Aquatique, UMR CNRS 5805 EPOC, Pessac, France

Joy Gaubert¹⁻², Pierre Giovenazzo², Nicolas Derome¹⁻²

Le microbiote des abeilles, un indicateur pour surveiller la santé des écosystèmes face aux stressseurs multiples

L'Abeille mellifère (*Apis mellifera*) est une ressource incontournable via les produits de la ruche et les services de pollinisation de plusieurs cultures. Sa santé est intrinsèquement liée à la santé des écosystèmes et elle peut potentiellement servir d'espèce sentinelle pour informer de l'état des autres pollinisateurs. Cependant, la santé des colonies décline et plusieurs pays subissent des mortalités annuelles importantes. La recherche démontre que ces mortalités sont liées à l'exposition des abeilles à de multiples stressseurs, lesquels perturbent notamment l'activité de leur microbiote. Ce dernier est impliqué dans des fonctions physiologiques clés à l'abeille, comme la biosynthèse de molécules (p. ex. enzymes, vitamines) ou l'activation des systèmes de défense (système immunitaire ou détoxification). Ainsi, ce projet a pour objectifs de mesurer l'impact de l'exposition des abeilles à différents stressseurs et d'améliorer leur résilience et/ou résistance face à ces stressseurs, en leur administrant des probiotiques. Dans ce but, des abeilles ouvrières ont été exposées en cagette à un antibiotique (Fumagilline-B), un parasite intestinal (*Nosema ceranae*) et un probiotique commercial (Bactocell®). Les premiers résultats montrent que la supplémentation en probiotiques augmente significativement la survie des abeilles alors que l'antibiotique la diminue significativement. Les abeilles infestées par le parasite et ayant reçu l'antibiotique couplé au probiotique ont une meilleure survie que celles ayant reçu l'antibiotique seul. En parallèle, l'antibiotique et le probiotique ont été testés à l'échelle du rucher pour voir leurs effets sur l'hivernage. Le traitement probiotique semble impacter positivement les variables liées « au redémarrage » de la ruche, un mois après sortie du caveau. L'étude des réseaux d'interactions entre populations bactériennes au sein du microbiote des abeilles semble expliquer ces résultats. L'analyse des indicateurs de diversité du microbiote et de l'expression génétique de l'abeille à l'échelle des cagettes (système plus sensible et plus maîtrisé) apporteront plus d'informations pour expliquer ces résultats. L'analyse non ciblée du microbiote des abeilles pourrait, à terme, servir d'indicateur de la santé de cette espèce parapluie.

¹ Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes, Département de Biologie, Université Laval, Québec

² Université Laval, Département de Biologie, Québec

**Marjorie Lortholarie¹, Julie Do Nascimento¹, Christophe Gantzer², Julie Challant²,
Isabelle Bertrand², Stéphanie La Carbona³, Nicolas Boudaud³, Julie Loutreul³,
Christelle Lopes⁴, Alain Geffard¹, Mélissa Palos-Ladeiro¹**

Biosurveillance de novovirus humain et d'indicateurs de contamination virale à l'aide d'une espèce sentinelle, la dreissène (*Dreissena polymorpha*)

Les masses d'eau sont le réceptacle de nombreux agents pathogènes tels que les norovirus (NoV), principaux représentants des virus entériques, engendrant la majorité des épidémies de gastro-entérites virales au niveau mondial. La présence de NoV dans les hydrosystèmes peut être renseignée par des indicateurs de contamination virale tels que les bactériophages ARN F-spécifiques (FRNAPH) qui sont proches des NoV en termes de structure et de comportement. Le suivi des NoV et des FRNAPH peut être mené par des prélèvements d'eau ponctuels. Cependant, cette méthode est limitée par d'importantes variabilités spatio-temporelles. Ainsi, cette étude propose de lever cette limite grâce à l'utilisation des capacités de bioaccumulation de *Dreissena polymorpha*, une moule d'eau douce.

Les dreissènes ont été encagées sur trois sites en aval de la station d'épuration de Reims pendant 2, 6 et 14 jours afin d'évaluer les cinétiques de bioaccumulation des génomes de NoV et de FRNAPH. De plus, une partie des dreissènes a été placée en amont de la station d'épuration pendant 2, 7, 14 et 21 jours pour évaluer la cinétique de dépuración dans un milieu faiblement influencé par une pollution fécale. En parallèle, des échantillons d'eau ont été prélevés à chaque date de prélèvement de dreissènes. Les concentrations en NoV et FRNAPH dans l'eau et dans les tissus digestifs des dreissènes ont été mesurées par RT-qPCR en suivant 4 cibles : 2 NoV GI et GII, FRNAPH des génogroupes –I et –II. Les NoV (GI et GII) ainsi que les FRNAPH-II sont plutôt associés à une contamination fécale d'origine humaine tandis que les FRNAPH-I sont plutôt associés à une pollution fécale mixte humaine et animale (Cole et al., 2003 ; Hartard et al., 2015). Les teneurs en génomes de NoV GII, FRNAPH-I et -II accumulées dans les tissus digestifs de dreissène traduisent un gradient amont-aval et sont à l'équilibre au bout de 2 jours d'exposition. De plus, les données issues de la bioaccumulation par les dreissènes montrent des charges virales plus élevées et plus stables que celles mesurées dans l'eau. Cette étude est la première à étudier la bioaccumulation des génomes de NoV et de FRNAPH dans les moules zébrées et a confirmé sa capacité à retranscrire la pression virale du milieu. La finalité de ces travaux est de proposer un modèle toxicocinétique de bioaccumulation des charges virales par les dreissènes comme outil d'aide au diagnostic de la contamination virale des masses d'eau.

¹ Université de Reims Champagne-Ardenne UMR-I 02 INERIS-URCA-ULH SEBIO Unité Stress Environnementaux et, BIOSurveillance des milieux aquatiques, UFR Sciences Exactes et Naturelles, Campus du Moulin de la Housse, BP 1039 51687, Reims, CEDEX, France

² LCPME UMR 7564, Université de Lorraine – CNRS, 405 rue de Vandoeuvre, 54600, Villers-lès-Nancy, France

³ Food Safety Department, Actalia, Saint-Lô, F-50000, France

⁴ Université Lyon 1, CNRS, Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive UMR 5558, 69622 Villeurbanne, France

Mahaut Beghin¹, Valérie Cornet¹, Jérôme Lambert¹, Joachim Sturve², Patrick Kestemont¹

L'exposition chronique à une mixture de nanoparticules de ZnO et de TiO₂ peut-elle affecter la réponse immunitaire de la truite arc-en-ciel en présence d'un pathogène ?

La consommation de nanoparticules manufacturées (NPs) a connu une croissance exponentielle au cours de ces dix dernières années. Leur production croissante suscite des inquiétudes quant à leurs potentiels effets sur les écosystèmes aquatiques. Une fois libérées dans l'environnement, les NPs peuvent non seulement présenter une toxicité individuelle, mais aussi interagir entre elles ainsi qu'avec d'autres contaminants présents dans le milieu. Le risque que représentent les mixtures de NPs est, à l'heure actuelle, encore peu connu.

Dans ce contexte, des truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) juvéniles ont été exposées à des concentrations environnementales (21 et 210 µg L⁻¹) de deux des NPs les plus consommées, l'oxyde de zinc (ZnO) et le dioxyde de titane (TiO₂), ainsi qu'à leur mixture. Après une exposition de 28 jours, les poissons ont été infectés avec la bactérie *Aeromonas salmonicida achromogenes*. Afin d'évaluer l'effet de l'exposition aux NPs sur le système immunitaire ainsi que sur la capacité de l'organisme à développer une réponse à la suite de l'exposition à un pathogène, différents marqueurs de l'immunité et du stress oxydant ont été étudiés avant et après l'infection.

Au niveau des leucocytes, un taux basal de production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) plus élevé a été observé chez les individus exposés au TiO₂ et à la mixture. Suite à l'infection, une sous-expression des gènes codant pour la myéloperoxydase (mpo) et l'interleukine 1 (il1) a été mesurée chez les individus exposés à la mixture. Cependant, l'exposition chronique aux NPs n'a pas montré d'effets sur l'activité des marqueurs de l'immunité innée tels que le complément et le lysozyme. Au niveau hépatique, une augmentation significative du niveau de peroxydation lipidique a été mise en évidence chez les truites exposées, mais n'a pas été associée à une augmentation de l'activité des différents mécanismes antioxydants étudiés (sod, cat, gpx).

Ces résultats suggèrent que les NPs étudiées peuvent affecter le développement de la réponse inflammatoire à des concentrations environnementales, comme suggéré par les niveaux de ROS et l'inhibition de l'expression de la mpo. Elles semblent toutefois posséder une faible immunotoxicité et ne pas impacter significativement le développement de la réponse immunitaire en cas d'infection. En parallèle, les NPs ont induit un léger état de stress oxydant. Ces effets étant observés chez les organismes exposés à la mixture, ces résultats appuient l'hypothèse selon laquelle les interactions qui se produisent entre les NPs peuvent influencer leurs mécanismes de toxicité.

Mots clés : nanoparticules, immunité, mixture, infection bactérienne

¹ Laboratory of Environmental Physiology and Toxicology, Institute of Life, Earth, and the Environment, Université de Namur, 61 rue de Bruxelles, 5000 Namur, Belgique

² Department of Biological and Environmental Sciences, Université de Göteborg, Medicinargatan 18A, 413 90 Göteborg, Suède

Camille Garnier¹, Pierre U. Blier² and Patrice Couture¹

Évaluation des effets combinés du manganèse et d'un stress thermique sur les capacités métaboliques de l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*)

L'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) est une espèce emblématique du nord québécois, elle est vitale pour les communautés autochtones et est prisée en aquaculture. Dans le nord du Québec, cette espèce est exposée à des augmentations de température en raison des changements climatiques. La contamination métallique, attribuée aux activités minières passées et présentes, en place dans cette région et qui ira en augmentant au cours des prochaines décennies, pose une menace additionnelle. Le manganèse est un métal essentiel, mais toxique lorsqu'en excès. Il est abondant dans les environnements impactés par l'exploitation des mines de fer et, très peu de données écotoxicologiques sont disponibles sur ce contaminant. Des études antérieures suggèrent que les poissons sont plus vulnérables aux contaminants lorsqu'ils sont sujets à un stress thermique. Cependant, très peu d'entre elles se sont intéressées à évaluer les effets combinés de ces deux stressseurs sur cette espèce nordique. Dans cette étude, les effets combinés du manganèse et d'un stress thermique sur les capacités métaboliques de l'omble chevalier ont été évalués. Des ombles chevalier juvéniles (10-15g) ont été exposés à 0 µg/L et 1000 µg/L de manganèse pendant huit semaines à deux températures contrastées, soit 7°C et 16°C. Les activités de cinq enzymes indicatrices des capacités aérobies (cytochrome c oxydase (CCO), citrate synthase (CS), β-hydroxyacyl-CoA déshydrogénase (HOAD)), anaérobies (lactate déshydrogénase (LDH)) et glycolytiques (phosphofructokinase (PFK)) ont été mesurées pour évaluer les capacités métaboliques des individus après une exposition chronique au manganèse avec ou sans stress thermique. Ces activités ont été mesurées dans le foie et dans le muscle pour évaluer les impacts du manganèse et d'un stress thermique sur l'utilisation énergétique chez les individus exposés. De plus, les concentrations de manganèse contenues dans quatre tissus, soit le foie, le muscle, le rein et les branchies, après l'exposition chronique ont été mesurées avec un ICP-AES. Cette étude permettra d'approfondir nos connaissances sur les effets combinés de ces deux stressseurs sur une espèce nordique rarement étudiée en écotoxicologie et ultimement d'améliorer notre compréhension des risques que pose l'extraction minière pour les salmonidés du nord du Québec dans un contexte de changements climatiques.

Mots clés : contamination, stress thermique, manganèse, omble chevalier, capacités métaboliques

¹ Institut national de la recherche scientifique (INRS) – Centre Eau Terre Environnement

² Université de Québec à Rimouski (UQAR)

Reem Safira¹, Lucie Coudert^{1, *}, Carmen M. Neculita¹, Eric Rosa^{1, 2}

Toxicity assessment on *Daphnia magna* of surrogate mine effluents after As-Mn treatment using ferrates vs electrocoagulation

Mine water can contain metal(loid)s such as As and Mn that can entail detrimental impacts on the receiving environment. For a safe discharge of treated mine water, physicochemical and toxicological criteria must be met in both Quebec and Canada jurisdictions. The comparative assessment of acute toxicity of mine water, before and after treatment, is crucial for the development of performant technologies, meeting the mining industry needs. The evaluation of effluent acute toxicity to *Daphnia magna* is one of the standard tests to classify the effluent as toxic or not. The objective of this study was to assess the impact of mine water treatment process by a combination of ferrates and Fe(III) [Fe(VI)_s+Fe(III)] vs electrocoagulation (EC) on the toxicity on *D. magna*. Treatability tests were performed on two surrogate mine effluents (E_{low} and E_{high}). E_{low} contained 1.56 mg/L As and 0.05 mg/L Mn, while E_{high} contained 4.05 mg/L As and 4.27 mg/L Mn. Results showed a mortality of 30% in the Fe(VI)_s+Fe(III)-treated undiluted E_{low}, while untreated E_{low} was non-toxic. In addition, the mortality of *D. magna* decreased from 70 to less than 10% of undiluted E_{high} after Fe(VI)_s+Fe(III) treatment. Both (un-)treated E_{low} and treated E_{high} were non-toxic, with a 48 h LC50 > 100% (v/v) (equivalent to <1 acute toxic units - TUa; defined as 100/LC50). The treatment of E_{high} by Fe(VI)_s+Fe(III), initially acutely toxic, enabled the elimination of *D. magna* toxicity. Further testing is ongoing and upcoming for the assessment of EC treatment impact on the toxicity to *D. magna* of the same surrogate mine effluents.

¹ Research Institute on Mines and Environment (RIME), University of Québec in Abitibi-Témiscamingue (UQAT), Rouyn-Noranda, QC, Canada

² Groupe de Recherche sur l'Eau Souterraine (GRES - Groundwater Research Group), RIME, UQAT, Amos, QC, Canada

*Corresponding author: RIME-UQAT, Professor, 445, boul. de l'Université, Rouyn-Noranda, QC, J9X 5E4, Canada.

**Julien Michaud-Valcourt¹, Séverine Le Faucheur², Louis Courtois², Sylvie Blanc²,
Jelle Mertens³, et Claude Fortin¹**

Étude de la cinétique de dissociation de complexes inorganiques de Pt et Pd et
influence sur la toxicité et l'accumulation

En raison de leurs propriétés physico-chimiques intéressantes, la demande mondiale pour le platine (Pt) et le palladium (Pd) a explosé au milieu des années 1970 et connaît à ce jour une croissance quasi constante. Une corrélation a rapidement été établie entre la demande pour ces métaux et leur présence dans l'environnement comme contaminant. Cependant, peu de données sont disponibles sur la toxicité de ces métaux. Par ailleurs, le Pt et le Pd sont connus pour leur cinétique d'échange de ligand lente. Selon la thermodynamique, ces métaux devraient donc former des hydroxo-complexes en eau douce, mais la re-spéciation se produira lentement. Il est donc possible que la spéciation initiale de ces métaux influence leur toxicité.

Afin d'étoffer les données écotoxicologiques disponibles pour ces métaux et de vérifier l'influence de la spéciation initiale, l'accumulation et la toxicité de plusieurs complexes chlorés ou aminés de Pt et de Pd (Pt(IV)Cl_6^{2-} , Pt(II)Cl_4^{2-} , $\text{Pt(II)(NH}_3)_4^{2+}$, Pd(II)Cl_4^{2-} et $\text{Pd(II)(NH}_3)_4^{2+}$) ont été déterminées pour l'algue verte *Pseudokirchneriella subcapitata*. Cette dernière a été exposée aux complexes pendant 96 h dans le milieu de culture de l'US EPA durant laquelle la croissance a été suivie quotidiennement. L'accumulation de métal par les cellules a été mesurée en fin d'exposition. Enfin, la spectrophotométrie UV-vis a été utilisée afin d'observer le comportement des complexes dans le milieu de culture. Des calculs cinétiques théoriques ont été réalisés afin d'appuyer l'interprétation des résultats obtenus par spectrophotométrie.

La spectrophotométrie montre un changement de spéciation très rapide du Pd(II)Cl_4^{2-} corroboré par les calculs théoriques. Nos résultats démontrent aussi que les deux complexes de Pd ont inhibé la croissance des algues de façon similaire. Ces résultats sont cohérents avec le changement rapide de spéciation observé. Si les deux complexes atteignent rapidement l'équilibre, les algues sont alors peu exposées aux formes initiales et principalement exposées au Pd(OH)_2 .

Dans le cas du platine, l'exposition aux deux complexes de Pt(II) a mené à une accumulation de Pt similaire, mais aucun n'a inhibé leurs croissances aux concentrations testées. Pourtant, la stabilité du $\text{Pt(II)(NH}_3)_4^{2+}$ sur 96 h a été démontrée alors que le Pt(II)Cl_4^{2-} n'est stable que pour quelques heures. Bien qu'internalisé de façon similaire, le Pt(IV)Cl_6^{2-} est le seul complexe à avoir inhibé la croissance des algues. Ceci suggère une déconnexion entre l'accumulation et la toxicité pour ce complexe. Ce résultat surprenant serait lié à la photo-réduction de Pt(IV) en Pt(II) qui générerait des chlores radicalaires toxiques pour les algues.

¹. INRS, Centre Eau Terre Environnement ; 490, rue de la Couronne, Québec (QC), G1K 9A9, Canada

². Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, IPREM ; 2, avenue Pierre Angot, Pau Cedex 09, 64053, France

³. European Precious Metals Federation ; 168, Avenue de Tervueren, Brussels, 1150, Belgium

Océane Hourtané¹, D. Scott Smith², et Claude Fortin¹

Investigation de la complexation du platine par la matière organique naturelle (MON), ainsi que sa spéciation inorganique en milieu simplifié d'eau douce par couplage HPSEC-ICP-MS.

Il a été largement démontré dans la littérature que la spéciation d'un métal dissous, c'est-à-dire sa distribution parmi les différentes espèces chimiques retrouvées en solution, peut permettre d'expliquer, voire de prévoir ses effets sur les organismes aquatiques. Dans ce contexte, la détermination de la spéciation des métaux semble d'une importance capitale. S'il est possible de la prédire plus facilement la spéciation pour des métaux bien étudiés, la tâche s'avère plus ardue lorsque peu d'informations sur les constantes thermodynamiques sont disponibles, comme c'est le cas pour le platine. Pour déterminer la spéciation, il faut alors se tourner vers des méthodes expérimentales. Ces travaux s'intéressent particulièrement à la spéciation du platine en présence de quatre différentes matières organiques naturelles (MON) d'eau douce. Pour cela, une méthode de couplage de chromatographie liquide d'exclusion stérique à haute performance (HPSEC) avec détection des métaux par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) a été utilisée. Nous avons exploré la spéciation du platine (II et IV) à pH 5 et 6 et à 3 et 10 mg C/L de MON. Par cette approche, plusieurs formes inorganiques du Pt ont été identifiées, avec une bonne séparation et répétabilité. Ces résultats suggèrent que l'atteinte de l'équilibre thermodynamique de Pt(IV) est relativement longue (>1 semaine), bien que cette forme rédox soit réputée instable dans les conditions d'étude. De plus, la présence de MON semble légèrement accélérer ou modifier ces changements, notamment la réduction de Pt(IV) en Pt(II). En conséquence, la présence de MON, en plus d'entraîner une complexation du Pt, semble être à l'origine de variations de sa spéciation inorganique.

Mots clés : Spéciation, platine, matière organique naturelle, chromatographie liquide d'exclusion stérique

1. Institut national de la recherche scientifique, 490 rue de la couronne, Québec, G1K 9A9 (QC), Canada

2. Université Wilfrid Laurier, 75 University Ave W, Waterloo, N2L 3C5 (ON), Canada

Jean-Philippe Bellenger¹

Monitoring of atmospheric depositions: Canada is falling behind

Atmospheric depositions have increased drastically since the beginning of the industrial revolution and have reshaped many ecosystems function. With global climate change, sources of emission will diversify and patterns of dispersion will evolve. Characterizing atmospheric depositions, their geographic distribution and their temporal evolution is essential to our understanding of their effects on environmental health and is valuable to guide decision makers. Indeed, many regulations have been put in place following observations of adverse effects of contaminants and the identification of their sources. These regulations often had significant and rapid impact on environmental quality.

In Canada, programs for the monitoring of atmospheric depositions are scarce. The Canadian air and precipitation monitoring network (CAPMoN) operated by ECCC, is a valuable panCanadian tool but it is limited in scope (contaminants included) and geographic coverage (number of sampling stations). Computer models are valuable tools to produce predictive maps of deposition, but they strongly rely on the quality of field data (sampling grid and frequency). Programs monitoring atmospheric deposition at large scale, using biomonitors such as moss and lichens, are valuable tools to fill the gaps between monitoring stations. Biomonitoring programs are common in Europe, where they cover a wide array of contaminants and are updated on a regular basis (few years). In Canada, large scale biomonitoring initiative are scarce to non-existent. Because of its large land mass establishing high resolution and large scale data collection programs in Canada is challenging. However, new technologies (e.g., data mining) and practices (i.e., citizen science) open new opportunities to tackle this challenge.

Here, I will present results illustrating the importance of atmospheric depositions on key biogeochemical processes in boreal ecosystems and how global climate change and human emissions can be beneficial to these processes. Indeed, depositions of anthropogenic are often described, for good reasons, as detrimental to ecosystems function. While far less reported, depositions of anthropogenic origin can also have beneficial effects. I will also present and discuss some opportunities, based on citizen science and inter-university cooperation, for the establishment of a panCanadian monitoring program of atmospheric depositions.

Mots clés : Biomonitoring, Atmospheric deposition, Boreal ecosystems.

¹ Centre Sève, Université de Sherbrooke, Département de Chimie, J1K 2R1, QC, Canada

Laurie Michel¹, Marie Renaudin², Romain Darnajoux³, Charlotte Blasi¹, Pauline Lemonier¹, Daniel Houle², Tremblay S.⁴, Barrette M.⁴, Jean-Philippe Bellenger¹

Quelles stratégies de collecte adopter pour une campagne de biomonitoring des dépositions atmosphériques d'éléments traces à l'échelle du Québec ?

Caractériser les dépositions atmosphériques aide à évaluer l'impact de la pollution sur les écosystèmes, la santé, l'économie et permet de guider les décideurs pour la mise en place de réglementations environnementales. Les échantillonneurs passifs sont la manière la plus directe et précise de caractériser les dépositions atmosphériques. Cependant, cette approche est lourde en infrastructure et en ressources humaines (collecte à haute fréquence), limitant fortement le nombre de sites de mesure. Le biomonitoring utilise des organismes, ici des mousses, comme proxy pour évaluer la présence de contaminants atmosphériques. Bien que semi-quantitative, cette approche permet une caractérisation peu coûteuse et ne nécessite pas d'expertise scientifique pour l'échantillonnage. Le biomonitoring peut ainsi s'appuyer sur des campagnes d'échantillonnage citoyennes pour couvrir de grands territoires, comme le Canada. La participation citoyenne nécessite des protocoles précis d'échantillonnage afin de limiter les biais, cependant il n'existe pas de protocole international standardisé des méthodes de collecte.

Le travail présenté ici évalue l'impact de paramètres reconnus comme influant sur la concentration des éléments traces accumulés par les mousses: le choix de l'espèce (ici, deux espèces représentatives de l'est canadien, *Pleurozium schreberi* et *Ptilium crista-castrensis*), la couleur de la mousse (jaune ou verte), l'ouverture de la canopée (à ciel ouvert ou sous canopée), le mois de collecte (de mai à septembre), et la longueur du brin sélectionnée pour les analyses (de 1 à 6 cm). Une meilleure compréhension des facteurs environnementaux et biologiques influençant les concentrations élémentaires permettra la mise en place de protocoles d'échantillonnage robustes.

Les effets de ces divers facteurs sur les concentrations élémentaires des mousses ont été testés grâce à des données d'archives du laboratoire de biogéochimie boréale, collectées sur un transect latitudinal de 1000 km entre 2016 et 2019 au Québec. Les analyses incluent 18 éléments traces métalliques analysés par spectrométrie de masse après digestion acide. Les résultats montrent que bien que divers facteurs influencent les concentrations ou les compositions élémentaires des mousses, ces variations sont inférieures à 30% pour la plupart des éléments évalués, à l'exception de l'effet de la longueur du brin. Ceci suggère que pour les besoins d'une campagne de biomonitoring les protocoles de collecte peuvent être relativement flexibles en termes d'espèce (*P. schreberi* vs *P. crista-castrensis*), de sites (canopée ouverte ou fermée) et de type de brin collecté (couleur). Cependant une attention particulière doit être prise à limiter la variabilité temporelle de l'échantillonnage et à normaliser la longueur du brin avant analyse.

Mots clés : Biomonitoring, dépositions atmosphériques, éléments traces métalliques, échantillonnage, mousses

¹ Centre Sève, Université de Sherbrooke, Département de Chimie, J1K 2R1, QC, Canada

² Environnement et Changement Climatique Canada, Montréal, H2Y 2E7, QC, Canada

³ Princeton University, Department of Geosciences, NJ 08544, USA

⁴ Direction de la recherche forestière, 2700 Rue Einstein, Québec, QC G1P 3W8

**Alexis Trinquet¹, Mathieu Babin¹, Alexis Agathine¹, Jonathan Verreault²,
Véronique Lesage³, Jory Cabrol³, Stéphane Lair⁴, Gerald Tetreault⁵, Zhe Lu¹**

Absorbants UV et antioxydants industriels dans le réseau trophique du béluga de l'estuaire du Saint-Laurent

Les filtres UV organiques (UVF), les stabilisants UV de type benzotriazole (BTZ-UV) et les amines secondaires aromatiques (Ar-SA) sont des contaminants préoccupants dans l'environnement qui peuvent avoir des effets néfastes sur la santé des organismes. Notre laboratoire a récemment détecté certains de ces contaminants dans des échantillons de graisse et de foie provenant de carcasses de béluga de l'estuaire du Saint-Laurent (ESL), une population considérée en voie de disparition au Canada. Cependant, la trophodynamique de ces contaminants dans le réseau trophique du béluga de l'ESL est actuellement inconnue. Pour combler ce manque de connaissances, 17 proies connues et potentielles ont été prélevées en 2019 et 2020 afin d'étudier les schémas de bioamplification de certains UVF, BZT-UV et Ar-SA dans le réseau trophique du béluga de l'ESL. Les contaminants ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse triple quadripôle (GC-MS/MS). Les sources de carbone et les niveaux trophiques des proies ont également été déterminés par l'étude des ratios isotopiques afin de déterminer les relations entre leur écologie trophique et les concentrations de contaminants, dans le but d'identifier les sources de contamination alimentaires les plus probables. Nos résultats indiquent que le niveau de contaminants suivait l'ordre UVF>BZT-UV>Ar-SA. Tous les UVF ciblés ont été fréquemment détectés (> 50 %) à l'exception de BP chez les 17 espèces. Cinq UVF (BP3, EHMC, EHS, HMS, OC) et quatre BZT-UV (UV326, UV320, UV328 et UV327) étaient les principaux contaminants présents chez presque toutes les espèces. Sur les 17 espèces, 14 espèces ont été identifiées comme sources majeures potentielles de ces composés pour le béluga de l'ESL. L'UV328, un composé dont l'inscription à l'annexe A de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants a été recommandée, a montré une corrélation positive avec le $\delta^{15}\text{N}$, indiquant son potentiel de bioamplification dans le réseau trophique du SLE. Cette étude, la première du genre dans le SLE, fournira une base de référence pour la surveillance de ces contaminants et contribuera à une meilleure compréhension du devenir de ces contaminants dans un environnement estuarien.

Mots clés : contaminants, absorbants UV, antioxydants industriels, bioamplification, réseau trophique, Béluga du Saint-Laurent,

¹. Institut des Sciences de la Mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec G5L 3A1, Canada

². Centre de recherche en toxicologie de l'environnement (TOXEN), Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, Montreal, QC, Canada

³. Maurice Lamontagne Institute, Fisheries and Oceans Canada, Mont-Joli, Québec G5H 3Z4, Canada

⁴. Centre québécois sur la santé des animaux sauvages / Canadian Wildlife Health Cooperative, Département de sciences cliniques, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, St. Hyacinthe, Québec J2S 7C6, Canada

⁵. Aquatic Contaminant Research Division, Environment and Climate Change Canada, Burlington, ON L7S 1A1, Canada

Amina Ben Chaaben¹, Mathieu Babin¹, Frank Wania², Hayley Hung³, Magali Houde⁴, Liisa Jantunen⁵, Kelsey Lee⁶, Frank Gobas⁶, Huixiang Xie¹, Zhe Lu¹

La Distribution des Absorbants UV dans l'Eau de Surface des Habitats de Béluga du Saint Laurent et de l'Orque Résidente du Sud, Canada

Les bélugas (*Delphinapterus leucas*) de l'estuaire du Saint-Laurent (SL) et les orques résidentes du Sud (*Orcinus orca*) sont deux populations de cétacés menacées au Canada. L'exposition à divers contaminants est un facteur de stress majeur qui affecte ces populations. Néanmoins, la distribution de nombreux contaminants émergents dans l'eau de leurs habitats est peu connue. Les absorbants UV (UVAs) sont utilisés dans les crèmes solaires et d'autres produits pour protéger la peau contre les rayons du soleil ou pour empêcher les matériaux de se dégrader sous l'effet des rayonnements UV. Ils ont été détectés dans les tissus de bélugas du SL et leur chaîne trophique, ce qui démontre la présence des UVAs dans l'habitat de cette espèce et suggère l'apport de ces contaminants à travers les rivières qui drainent ce système comme le fleuve et/ou la rivière Saguenay. En revanche, on ne connaît pas beaucoup sur la présence de ces contaminants chez les orques et dans leur habitat. Cette étude vise à déterminer la distribution de deux groupes d'UVAs, les filtres UV (UVFs) et les stabilisateurs UV de type benzotriazole (BZT-UVs), dans la phase dissoute et la matière particulaire en suspension (SPM) de l'eau de surface de l'habitat de ces deux populations. Des échantillons d'eau ont été prélevés à 60 sites dans l'habitat du béluga (estuaire du SL, fleuve SL et rivière Saguenay; 2019-2020) (Québec) et à 9 sites dans l'habitat de l'orque (mer de Salish; 2021) (Colombie Britannique). Les concentrations d'UVFs étaient généralement plus élevées que celles de BZT-UVs dans l'eau des deux habitats. Les concentrations totales de BZT-UVs et d'UVFs dans la phase dissoute du système du SL étaient significativement plus élevées que dans la mer de Salish. En comparaison avec l'estuaire du SL, les échantillons du fleuve ont montré une fréquence de détection et des concentrations plus élevées pour quatre BZT-UVs et trois UVFs dans la phase dissoute. Pour l'habitat des orques, l'eau à proximité du port de Victoria présentait des niveaux d'UVAs plus importants que les autres endroits. Une forte abondance d'UVAs sur les SPM a été observée dans les deux habitats, ce qui suggère que l'ingestion de SPM pourrait être une voie d'exposition importante aux BZT-UVs et UVFs pour les organismes aquatiques. Cette étude fournit une base de référence pour la surveillance des UVAs dans les habitats du béluga de SL et l'orque de la Mer de Salish.

Mots clés : Eau de surface, habitat, populations menacées, absorbants UV, contamination.

¹ Institut des Sciences de la Mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec G5L 3A1, Canada

² Department of Physical and Environmental Sciences, University of Toronto at Scarborough, Ontario M1C 1A4, Canada

³ Air Quality Processes Research Section, Environment and Climate Change Canada, Toronto, ON M3H 5T4, Canada

⁴ Division de la Recherche sur les Contaminants Aquatiques, Environnement et Changement climatique Canada, Montréal, Québec H2Y 5E7, Canada

⁵ Air Quality Processes Research Section, Environment and Climate Change Canada, Egbert, Ontario, L0L 1N0, Canada

Session 7

Scott Hepditch¹, Jason M. E. Ahad², Thomas Robert¹, Tuan Anh To¹, Ève Larocque¹, Juan-Manuel Gutierrez-Villagomez¹, Gaëlle Triffault-Bouchet³, Richard Martel¹ and Valerie S. Langlois¹

Characterising the geochemical evolution of a diluted bitumen spill within the saturated zone

Federally supported projects are currently underway to increase the volume of diluted bitumen (dilbit) transported within Canada's pipeline-network, which already covers more than 840,000 km of terrain. Dilbit is transported through countless protected ecosystems and some of the most densely inhabited regions of Canada, and yet there are currently no investigations on the fate and behaviour of spills within groundwater systems. To better understand this research gap, we utilized a large hydrogeologic sand tank model system (12 m³) to conduct a controlled spill of 15 kg of dilbit (Cold Lake Blend) within 11,000 kg of glacial-fluvial sand receiving a 1,000 L unidirectional-flow of water per day to mimic a below-ground spill of dilbit within the saturated zone. A suite of geochemical parameters were analyzed over a period of 3.5 months from soil cores and water samples collected from a series of piezometers of varying distances and depths from the dilbit source zone. Petroleum contamination was greatest in the days shortly following the spill event, with total organic carbon and volatile organic compounds decreasing in concentration over time. Greater concentrations of dilbit were observed in the upper portions of the sand-tank, reflected by depleted $\delta^{13}\text{C}$ values, and increased polycyclic aromatic hydrocarbon and volatile organic compound concentrations. Dissolved oxygen concentrations were depleted within the upper portions of the sand-tank, likely suggesting oxygen dependent processes, such as microbial degradation of the dilbit. Water at the outflow of the system, representative of groundwater discharging in a surface water body, was collected for weekly 7-day EPA embryologic teratogenicity and monthly 7-day EPA larval toxicity assays with fathead minnows (*Pimephales promelas*), however, no effects were observed for embryologically exposed fish. Compared to previous studies on the aquatic toxicity of dilbit, PAH concentrations remained relatively low and consistent throughout all the exposures (below 12 $\mu\text{g L}^{-1}$), while BTEX concentrations were high, reaching 1.7 mg L⁻¹ and lowering to 0.2 mg L⁻¹ immediately following the spill and 70-days post-spill, respectively. This experiment provides a temporal profile of an underground dilbit spill over time and identifies the risk that such spills pose on associated freshwater systems.

¹ Institut national de la recherche scientifique (INRS), Centre Eau Terre Environnement, Quebec City, QC, G1K 9A9, Canada

² Geological Survey of Canada, Natural Resources Canada (NRCan), Quebec City, QC, G1K 9A9, Canada

³Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), Québec City, QC, G1P 3W8

Patrice Couture¹

Le PCI EcotoxEnvChem ou la publication vraiment libre accès

La communication est un pilier essentiel de la science, car si les résultats des travaux des chercheurs ne sont pas diffusés à l'ensemble de la communauté scientifique, ces travaux sont une perte nette pour la société qui les financent. Dans le modèle traditionnel, les chercheurs soumettent leurs manuscrits à des revues scientifiques, qui les soumettent à des pairs pour évaluation. Les recherches jugées valides et pertinentes sont retenues pour publication. Jusqu'ici, tout le processus d'évaluation scientifique est gratuit. Cependant, dans ce modèle traditionnel, seuls les abonnés pourront ensuite avoir accès aux articles publiés dans les revues scientifiques. Les frais d'abonnement aux revues scientifiques ayant explosé au cours des dernières décennies, même les institutions académiques des universités des pays les plus riches ont dû couper dans les abonnements, avec comme conséquence que l'accès à la littérature scientifique devient de plus en plus difficile. Face à ce constat, les revues scientifiques offrent aux chercheurs de publier leurs travaux en libre accès, mais pour compenser leurs pertes de revenus d'abonnements, ils facturent des frais de publication exorbitants. Un nouveau modèle, entièrement gratuit, libre d'accès, ouvert et équitable de publication scientifique a vu le jour récemment. Les revues *Peer Community In* (PCI) offrent une alternative qu'il vaut la peine d'explorer, entre autre pour les écotoxicologues, depuis la création il y a à peine deux ans du tout dernier journal PCI EcotoxEnvChem, qui comme son nom l'indique publie des travaux en écotoxicologie et en chimie environnementale. Les manuscrits qui sont soumis aux revues PCI sont soumis au même processus rigoureux d'évaluation par les pairs que dans les revues traditionnelles. Une fois acceptés, ils sont dotés d'un DOI et peuvent être cités comme tout autre article. Les articles sont indexés par quelques services comme Google Scholar et des démarches sont en cours envers d'autres services comme Web of Science. Dans cette présentation, nous expliquerons comment fonctionnent les revues PCI et pourquoi elles représentent une voie d'avenir.

Mots clés : Publication libre accès, PCI EcotoxEnvChem

¹. Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, 490 rue de la Couronne, Québec QC Canada

Annexe 2

Résumés des présentations flash et affiches

Les résumés sont présentés par ordre de passage dans les différentes sessions

Marie-Eve Blanchette¹, Isabelle Lavoie¹, et Julien Gigault²

Fragments de paillis de plastique agricoles dans les biofilms de cours d'eau

Les rivières sont une voie importante pour les microplastiques dans les océans (MP; 1 µm à 5 mm). Malgré leur rôle clé dans le transport des MP, peu de recherches sont menées sur la contamination plastique dans les rivières. De plus, les études menées sur les MP d'eau douce abordent rarement le problème des MP piégées dans les biofilms alguaux, une composante fondamentale de la chaîne alimentaire.

Les paillis en plastique sont largement utilisés dans l'agriculture, notamment pour limiter les mauvaises herbes et augmenter la rapidité de germination des cultures. Ces paillis de plastiques finissent par se fragmenter en MP qui peuvent éventuellement atteindre les systèmes fluviaux. Cette étude se concentre sur les plastiques et les MP provenant des activités agricoles et leur potentiel d'accumulation dans les biofilms des cours d'eau.

Les objectifs de l'étude sont (1) de quantifier et de caractériser les MP qui se trouvent dans les biofilms alguaux des cours d'eau agricoles, (2) de déterminer la taille des fragments de paillis de plastique qui peuvent être ingérés par les invertébrés et d'évaluer leurs effets, et (3) de mesurer les pesticides adsorbés sur les fragments de paillis de plastique des cultures de maïs.

Mots clés : Paillis plastique, plastique, biofilm, eau douce, cours eau, agriculture

¹. Institut national de la recherche scientifique, Centre ETE

². Université Laval, Département de biologie

Camille Berthod¹, Véronique Langlois², Emilien Pelletier¹, Claude Rouleau², Réjean Tremblay¹ et Youssouf Soubaneh Djibril²

Transfert de microplastiques du pétoncle, *placopecten magellanicus*, aux gammares présents dans le fleuve du Saint-Laurent

Les plastiques sont des polymères largement utilisés au cours des dernières décennies, dont les débris sont désormais couramment rencontrés dans le milieu marin, menaçant la vie marine. Ces dernières années, la pollution microplastique (MP) est devenue une préoccupation majeure dans les océans du monde entier. Les pétoncles, organismes filtreurs, sont exposés à une multitude de particules naturelles et d'origine anthropique, dont ces microplastiques, suscitant un intérêt non négligeable dû au transfert potentiel vers des niveaux trophiques supérieurs, y compris les humains. Cependant, la capacité des bivalves à sélectionner parmi les particules à la fois avant et après l'ingestion, soulève la question de l'accumulation dans leurs tissus, des microplastiques. L'étude de M. Faraut et al. (2023) intitulé *Cinétique de bioaccumulation de particules de polystyrène et effets sur la condition énergétique du pétoncle géant (Placopecten magellanicus)*, prouve justement l'absence d'accumulation de microplastiques dans les tissus des pétoncles, soulevant la question de l'utilisation des bivalves comme bioindicateurs de la pollution microplastique dans l'environnement. Effectivement, selon la taille des plastiques, le temps de transit peut être relativement court (de quelques heures à quelques jours), pouvant être principalement concentrés dans les biodépôts (pseudofèces et fèces). Comme les macro-invertébrés peuvent ingérer des microplastiques dans leur environnement, ces derniers pourraient avoir un impact sur les espèces primaires, dont les gammares.

Ce projet de recherche a pour but dans un premier temps, de vérifier l'efficacité chez les pétoncles, du rejet des microplastiques via les biodépôts et, dans un deuxième temps, d'observer une contamination éventuelle des gammares par les biodépôts des pétoncles. Pour atteindre ces objectifs, nous prévoyons de réaliser des essais d'expositions des pétoncles aux MP marqués et non marqués, puis d'exposer les gammares aux biodépôts laissés par les pétoncles contaminés, et ainsi suivre la contamination, de la filtration du pétoncle, jusqu'à l'assimilation possible des gammares. Pour détecter les traces de MP dans les organismes marins, une méthode de radiomarquage au ¹⁴C des MP, unique au Canada, sera utilisé au cours de ce projet

Mots clés : Pétoncle géant; Gammares; Microplastiques; Biodépôts; Carbone 14; Autoradiographie

1. Institut des Sciences de la Mer (ISMER-UQAR), 310 allée des Ursulines, Rimouski (QC), Canada

2. Université du Québec à Rimouski, Département de biologie, chimie et géographie, 300 allée des Ursulines, Rimouski (QC), Canada

Session 2

Haritha Yespal Subha¹; A. H. M. Enamul Kabir¹; Sarah Duquette²; Samuel Turgeon²; Manuela Conversano²; Youssouf Soubaneh Djibril³; Liisa Jantunen⁴; Huixiang Xie¹; Zhe Lu¹

Contamination of Microplastics and Plastic Additives in the Surface Water of St. Lawrence River, Estuary, and Saguenay Fjord

Plastic pollution is pervasive around the globe and poses threats at the planetary scale. Microplastics, the tiny plastic particles with a diameter between 1 μm and 5000 μm , have been identified as emerging contaminants of concern because of their persistent, bioaccumulative, and toxic properties in the environment. Rather than a singular contaminant, microplastic contamination is composed of a mixture of contaminants that includes physical plastic particles and various plastic-related chemicals that can be released into the environment, such as UV stabilizers, antioxidants, plasticizers, and flame retardants. However, little is discovered about the microplastic contamination in the St. Lawrence (SL) Estuary and adjacent riverine environments, which impedes risk assessments of plastic pollution in this distinctive and significant ecosystem. The objective of this study is to examine the occurrence and distribution of microplastics, along with two categories of plastic additives - benzotriazole UV stabilizers and substituted *p*-phenylenediamine antioxidants - in the surface water of the SL Estuary, as well as the SL River and the Saguenay Fjord, which are the primary waterways that flow into the SL Estuary. Surface water samples were collected from twenty-one sites along the SL River ($n=6$), SL Estuary ($n=8$), and Saguenay Fjord ($n=7$) of the Quebec region in June 2022. The grab sampling method was employed to collect the water samples. Filtration, wet peroxidation, and density separation techniques were applied to extract the microplastic candidate particles from the water samples. Preliminary results from eight samples showed that each sample was contaminated with microplastic candidate particles with an abundance of 5.8 ± 3.7 n/L. Transparent fibers with an average length of 1614 ± 1412 μm (size ranging from 100 μm to 6000 μm) were dominant among the extracted microplastic candidate particles. Detected microplastic candidates from field blanks (blue and transparent films ($n=3$)) were subtracted from the result. The polymeric compositions will be analyzed by attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectroscopy. Benzotriazole UV stabilizers and substituted *p*-phenylenediamine antioxidants will be measured by gas chromatography-tandem mass spectrometry and liquid chromatography-Orbitrap-high resolution mass spectrometry, respectively. Preliminary results will be shared in this poster presentation.

¹ Institut des Sciences de la Mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec G5L 3A1, Canada

² Saguenay–St. Lawrence Marine Park, Parks Canada, Tadoussac, Québec G0T 2A0, Canada

³ Département de Biologie, Chimie et Géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec G5L 3A1, Canada

⁴ Centre for Atmospheric Research Experiments (CARE), Environment and Climate Change Canada, Egbert, Ontario L0L 1N0, Canada

**Elisa Michon¹, A. H. M. Enamul Kabir¹, Magali Houde², Youssouf D. Soubaneh³,
Huixiang Xie¹, Jennifer Provencher⁴, Dominique Robert¹, Zhe Lu¹**

Les microplastiques dans les poissons pélagiques et l'eau du fleuve St-Laurent de la région de Montréal

Les microplastiques sont des débris plastiques dont le diamètre est compris entre 1µm et 5 mm. Ils peuvent provenir d'une production primaire, et de la dégradation de plus gros morceaux de plastique. Pour déterminer les risques que peuvent engendrer les microplastiques sur la faune et l'écosystème, il est primordial d'examiner leur abondance et leurs caractéristiques dans l'environnement. Cependant, ces connaissances sont très limitées à l'échelle du fleuve Saint-Laurent (SLR), et ce bien qu'il s'agisse d'un système aquatique particulier qui relie les Grands Lacs et l'océan Atlantique et étant également une source d'eau potable pour l'Homme. Bien que dans certaines études la contamination par les microplastiques ait été documentée dans l'eau et les sédiments du SLR, aucune recherche n'a encore fait état de la présence de microplastiques dans les poissons pélagiques du SLR. De plus, les effluents urbains provenant des stations d'épuration des eaux usées (STEP) sont reconnus comme des vecteurs/sources importants de rejets de microplastiques dans les écosystèmes aquatiques. Cependant, l'impact que pourrait avoir l'effluent de la station d'épuration de Montréal sur la contamination en microplastiques pour les poissons résidants en aval reste à déterminer. De ce fait, cette étude vise à examiner la contamination des microplastiques dans les poissons pélagiques et l'eau de surface en amont et en aval du point de rejet des eaux usées traitées de la station d'épuration de la Ville de Montréal. Des brochets (*Esox Lucius*) (n=20/site) et leurs proies, la perchaude (*Perca flavescens*) (n=5/site), ainsi que de l'eau de surface (n=7/site) ont été échantillonnés en amont (Iles de Boucherville) et en aval (Ilet Vert) de la STEP Jean-R. Marcotte entre juin et août 2022. Les microplastiques ont été analysés dans le tractus gastro-intestinal et les branchies de ces poissons afin d'élucider l'ingestion active et passive. Les échantillons de poissons ont été digérés à l'aide d'une solution de KOH afin d'en extraire les particules, tandis que les échantillons d'eau ont été filtrés à l'aide d'un filtre de 10µm. De plus, des méthodes d'oxydation humide et de séparation par densité ont été utilisées pour extraire les microplastiques des échantillons de poisson et d'eau. En outre l'évaluation de la couleur, de l'abondance, de la forme des particules ainsi que l'identification des polymères (>53µm) seront effectuées à l'aide de la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier et/ou Raman. Les résultats préliminaires seront présentés dans ce poster.

1. Institut des Sciences de la Mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec G5L 3A1, Canada

2. Aquatic Contaminants Research Division, Environment and Climate Change Canada, Montréal, Québec H2Y 2E7, Canada

3. Département de Biologie, Chimie et Géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec G5L 3A1, Canada

4. Ecotoxicology and Wildlife Health Division, Environment and Climate Change Canada, Ottawa, Ontario K1A 0H3, Canada

Laure Bellec¹, Pauline Pannetier², Jérôme Cachot¹, Lisa Baumann^{3,4}, Thierry Morin² et Morgane Danion²

Évaluation des effets potentiels du Fluorure de Sodium, substance perturbatrice endocrinienne suspectée, sur le système hormonal thyroïdien, l'immunité et le microbiote de la truite arc-en-ciel, *Oncorhynchus mykiss* - SUSPECT

Au cours des 20 dernières années, de nombreuses molécules chimiques de synthèse utilisées dans des applications agricoles et industrielles sont omniprésentes dans notre environnement, y compris les habitats aquatiques, et soupçonnées d'influencer le système endocrinien chez l'homme et l'animal. L'objectif principal du projet SUSPECT est de caractériser *via* une approche comparative les impacts potentiels de l'exposition aux perturbateurs endocriniens (PE) seuls ou combinés à de multiples facteurs de stress (infection virale ; nécrose hématopoïétique infectieuse) pouvant survenir dans le milieu aquatique naturel. Deux PE différents seront utilisés : (1) le fluorure de sodium, un PE suspecté utilisé dans l'industrie pour diverses applications (médicaments, soudure, teinture pour textiles, etc.) et présent à différentes concentrations dans les eaux (eaux souterraines, eaux potables et en bouteille), et (2) le Tébuconazole, un fongicide perturbateur endocrinien confirmé, largement utilisé en agriculture et détecté dans les eaux continentales. Nous utiliserons des expériences d'exposition *in vivo* pour évaluer les impacts des deux PE sur les systèmes thyroïdien et immunitaire de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), une espèce d'intérêt économique et environnemental. De plus, SUSPECT propose une approche nouvelle et innovante avec l'étude de l'holobionte (c'est-à-dire un hôte et ses communautés de micro-organismes associés) afin de mettre en évidence les changements de diversité, de structure et d'interactions fonctionnelles de différents microbiotes de ce poisson aquacole.

Ainsi, l'hypothèse principale de ce projet est que le triptyque (Système hormonal thyroïdien / Système Immunitaire / Microbiote) interagit et a un rôle essentiel dans la santé des poissons. SUSPECT évaluera les effets des deux PE et contribuera à l'identification d'une voie potentielle menant de différents modes d'action à des effets indésirables et à de nouveaux biomarqueurs d'exposition. Ce projet multidisciplinaire apportera des avancées significatives dans la compréhension d'une menace majeure pour une espèce aquacole très rentable, notamment dans le concept One health.

Mots clés : perturbateurs endocriniens, Truite arc-en-ciel, holobionte, système immunitaire, système hormonal thyroïdien

1. Université de Bordeaux, Laboratoire EPOC, Equipe Ecotoxicologie Aquatique, UMR CNRS 5805 EPOC, Pessac, France
2. Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort, unité VIMEP, Technopôle Brest Iroise, Plouzané, France
3. Amsterdam Institute for Life and Environment (A-LIFE), Section Environmental Health & Toxicology, Vrije Universiteit Amsterdam, Netherlands
4. Aquatic Ecology & Toxicology, COS, University of Heidelberg, Allemagne

Guillaume Martinez¹, Jiping Zhu², Larissa Takser³ et Jean-Phillipe Bellenger¹

Suivi de l'exposition aux retardateurs de flammes halogénés chez les enfants issus d'une population canadienne : actualisation des méthodes d'analyses pour des échantillons de plasma et de selles et étude de leur complémentarité

Le suivi de l'exposition des populations aux retardateurs de flammes halogénés est un enjeu majeur pour la santé publique. Ces composés peuvent affecter le développement neuronal, l'équilibre hormonal et le fonctionnement du microbiome intestinal. Suite à l'évolution des réglementations depuis les années 80, de nouveaux composés ont été introduits sur le marché pour remplacer les retardateurs de flammes interdits ou fortement réglementés. Les populations sont ainsi exposées à un nombre grandissant de composés. En parallèle, un nombre grandissant de matrices (bio-échantillons) sont incluses dans les études des effets des retardateurs de flammes sur la santé. Notamment, les selles présentent un intérêt important pour l'étude de l'effet des retardateurs de flammes sur le microbiome intestinal et l'axe intestin-cerveau, qui joue un rôle essentiel dans le développement des enfants, entre autres. Les méthodes d'analyses doivent donc être mises à jour régulièrement afin d'inclure ces nouveaux composés et matrices d'intérêts. Les études sur l'exposition aux contaminants reposent souvent sur des populations, à priori, à risque (proche de centres industriels ou miniers, grands centres urbains, quartiers défavorisés). Les données sur les populations semi-urbaines (ville de taille moyenne) et de classes moyennes sont, en comparaison, rares alors qu'elles représentent une fraction significative de la population au Canada.

Dans cette étude, des méthodes d'extractions et d'analyses ont été implémentées pour l'analyse des retardateurs de flammes historiques et émergents dans le sang et dans les selles. Ces méthodes ont été appliquées à l'analyse d'échantillons de sang (n = 170) et de selles (n = 185) d'enfants âgés de 8 à 14 ans de la cohorte GESTE de la région de Sherbrooke (Estrie, Québec, Canada).

Les résultats montrent que de manière générale le niveau d'exposition aux composés historiques en Estrie reste dans la limite basse des niveaux rapportés en Amérique du Nord mais reste nettement supérieur au reste du monde. Une stagnation des concentrations pour la plupart des composés historiques est observée pour la période 2014 à 2022, à l'exception du BDE47 et BDE153. À l'inverse les fréquences de détection des composés émergents sont en hausse sur cette même période. Enfin, les données collectées sur le sang et les selles montrent que ces matrices rapportent des profils d'expositions différents, mais complémentaires. En effet, le sang reste une matrice de choix pour caractériser l'exposition humaine, mais les selles représentent une matrice plus appropriée pour caractériser l'exposition du microbiome intestinal.

Mots clés : Biosurveillance, Retardateurs de flammes, Développement analytique, Analyse de selles et de sang, cohorte GESTE

1. Université de Sherbrooke, Département de chimie, J1K 2R1, QC, Canada

2. Santé Canada, Division de l'exposition et de la biosurveillance, K1A 0K9, ON, Canada

3. Université de Sherbrooke, Département de pédiatrie, J1H 5N4, QC, Canada

Ariane Lafrenière¹, Morgane Tassaint¹, Julien Lamontagne², Nicholas J. Brereton¹, Frédéric Pitre¹

Effets des estrogènes sur la physiologie et le profil métabolomique du saule et du soya

Les estrogènes sont des composés hormonaux d'origine humaine ou animale considérés comme étant des contaminants d'intérêt émergent, du fait de leur présence détectée dans les eaux de surface d'un grand nombre d'écosystèmes aquatiques. Les stations d'épuration des eaux usées représentent l'une des principales sources d'émission de ces composés dans l'environnement, en raison de l'inaptitude des traitements conventionnels des eaux usées à les éliminer complètement. Le développement de nouvelles méthodes de filtration de ces contaminants des eaux usées revêt donc un grand intérêt, et la phytofiltration pourrait être envisagée pour contribuer à diminuer les quantités d'estrogènes relarguées dans l'environnement. Toutefois, peu de travaux se sont penchés jusqu'à maintenant sur les effets des estrogènes chez les plantes.

Afin d'étudier les réponses physiologiques et métabolomiques de plantes à l'exposition aux estrogènes, deux espèces végétales ont été choisies en fonction de caractéristiques particulières : (1) le saule miyabeana (*Salix miyabeana*, var. SX67), pour sa grande tolérance envers plusieurs types de contaminants et sa capacité d'extraction de nombreux composés du sol et de l'eau, et (2) le soya (*Glycine max*, var. Envy), pour son importance agricole et sa teneur élevée en isoflavones, des composés structurellement similaires aux estrogènes. Une expérience en pots a été menée en serre à l'été 2022, durant laquelle des plants de saule et de soya ont été soumis à des traitements d'estradiol (E2) ou d'éthinylestradiol (EE2) à des concentrations variées pendant 4 semaines. Des changements significatifs aux niveaux développemental et structural ont été observés chez les deux espèces en réponse aux différents traitements, et ces réponses variaient entre les espèces. Ces résultats préliminaires suggèrent ainsi que les estrogènes provoquent des effets différents sur le métabolisme d'espèces végétales présentant des caractéristiques physiques et métaboliques différentes. Une autre expérience en pots est présentement effectuée en parallèle, durant laquelle des plants de soya seront exposés à des traitements d'EE2 ou d'isoflavones exogènes, afin d'évaluer l'importance de ces composés végétaux dans les réponses des plantes à l'exposition aux estrogènes. Des analyses de métabolomique non ciblée sont également en cours au CRCHUM afin de caractériser les changements dans le profil métabolomique des différents tissus du saule et du soya en réponse aux estrogènes. Ces analyses pourraient révéler des mécanismes végétaux de tolérance ou de dégradation des estrogènes potentiellement importants pour le développement éventuel de procédés efficaces de phytofiltration des eaux usées.

Mots clés : Contaminants émergents, estrogènes, saule, soya, physiologie végétale, métabolomique

¹. Institut de recherche en biologie végétale (IRBV), Université de Montréal, Département des sciences biologiques, Jardin botanique de Montréal, 4101 rue Sherbrooke Est Montréal (Québec) H1X 2B2

². Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CRCHUM), Plateforme de métabolomique, 900 rue Saint-Denis Montréal (Québec) H2X 0A9

Julie Anquetin^{1,2}, Mathieu Babin ², Rachid Amara¹, Zhe Lu²

Identification des contaminants organiques dérivés des particules issues de l'usure des pneus dans les eaux de surface, par Chromatographie Liquide Haute Performance-Spectrométrie de masse à trappe orbitale (Orbitrap), à haute résolution.

Les *particules issues de l'usure des pneus* représentent une majeure partie des microplastiques (MPs) acheminés vers les systèmes aquatiques. Comme les MPs « classiques », elles relarguent et dispersent les polluants chimiques qui les composent, par lixiviation, dans l'environnement. Récemment, le 6PPD-q (N1-(4-methylpentan-2yl)-N4-phenylbenzene-1,4-diamine-quinone) a été identifié comme responsable d'importantes mortalités de saumons argentés (*Oncorhynchus kisutch*), lors de la saison de frai, sur la côte ouest des Etats-Unis. Le 6PPD-q est un produit de transformation généré par l'ozonation du 6PPD (N1-(4-methylpentan-2yl)-N4-phenylbenzene-1,4-diamine). Ce dernier appartient à la famille des para-phenylenediamines (PPDs), de puissants antioxydants utilisés dans l'industrie du pneu. Aujourd'hui, la présence, la distribution et le devenir de ces polluants organiques dans les environnements aquatiques sont peu connus. En effet, les méthodes analytiques actuelles ne permettent pas de quantifier ces molécules dans toutes les matrices environnementales. Pour combler ce manque de connaissances, cette étude vise à développer une méthode d'analyse de 17 composés organiques présents dans la composition des pneus, dans la phase aqueuse et les matières en suspension (MES) des eaux de surface. Les contaminants ciblés sont des PPDs, PPD-Qs, Benzothiazoles et autres Amines, tous connus pour être relargués par les particules d'usure de pneus dans l'environnement. Les échantillons seront filtrés pour séparer les MES de la phase aqueuse. Ensuite, les contaminants seront extraits de la phase aqueuse par extraction en phase solide (SPE). Les MES seront soumises à une sonification avant la SPE. Ces extractions seront analysées par Chromatographie Liquide à Haute Performance couplée à une Spectrométrie de Masse à Haute Résolution (LC-MS). Les eaux du Saint Laurent seront échantillonnées pour valider cette méthode. Les résultats préliminaires seront présentés dans ce poster.

Mots clés : Particule d'usures de pneu; Lixiviats; Para-phenylenediamines (PPDs);LC-Orbitrap-MS; Eaux de surface

¹. Université du Québec à Rimouski (UQAR), Institut des Sciences de la mer de Rimouski (ISMER), 310 allée des Ursulines, Rimouski, Québec, G5L 3A1, Canada.

². Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO), Institut des Sciences de la Mer et du Littoral (ISML), Centre Universitaire Capécure, Quai masset-Bassin Napoléon, 62 200 Boulogne Sur Mer, France.

Ramela Koumrouyan¹, Tasnia Sharin^{1,2}, Doug Crump², et Jessica Head¹

Effets moléculaires des stabilisateurs UV sur les premiers stades de vie la caille japonaise

Les stabilisateurs et les filtres ultraviolets (UV) sont des composés chimiques qui protègent les plastiques et produits de beauté de la dégradation par les rayons UV. Ils sont fabriqués en masse, incorporés dans de nombreux produits plastiques comme les emballages alimentaires et dans des produits de beauté comme les crèmes solaires, et ils peuvent s'infiltrer dans l'environnement à partir des déchets plastiques. Ils ont été détectés dans les œufs d'oiseaux, mais leurs effets sur la survie et le développement des oiseaux n'est pas bien compris. Ici, nous évaluons les effets de trois stabilisateurs UV328, UV329, UV9, et d'un filtre UV, la benzophénone 3 (BP3), sur les embryons de cailles japonaises (*Coturnix japonica*). Des tests antérieurs d'injection d'œufs avec des embryons de cailles traités avec 10 µg/g d'UVP ont montré une dérégulation hépatique des gènes du métabolisme xénobiotique tels que *cyp1a4* (cytochrome P450 famille 1 sous-famille A membre 4). De plus, les embryons traités avec 0,001 à 33,3 µg/g de BP3 ont montré une expression dérégulée des gènes impliqués dans la voie thyroïdienne et androgène, et le cycle cellulaire. *cyp3a9*, impliqué dans le métabolisme des xénobiotiques comme *cyp1a4*, était également dérégulé. Dans cette expérience, des œufs de cailles japonaises ont été injectés avec un contrôle d'huile de carthame, UV329 (1 et 5,25 µg/g) et UV9 (1 et 9 µg/g). Chacune des doses a été testée sur des groupes de 20 œufs. Au jour embryonnaire 9, les foies d'un sous-ensemble (n = 5) d'embryons ont été échantillonnés pour analyser l'expression de gènes d'intérêt à l'aide d'EcoToxChips (puces qPCR personnalisées à 384 puits). Au jour embryonnaire 16, les embryons restants ont été évalués pour les effets apicaux tels que les déformations et les changements dans le développement. Les analyses en cours aideront à déterminer les effets des UV329 et des UV9 sur le développement et l'expression des gènes chez les embryons de cailles japonaises et fourniront de nouvelles données sur la toxicité aviaire pour un groupe chimique prioritaire.

Mots clés: stabilisateurs UV, dérégulation des gènes, métabolisme des xénobiotiques, cailles japonaises, techniques moléculaires

¹. Université McGill, Département des Sciences des ressources naturelles, Macdonald Stewart Building, 2111 Lakeshore Road, Sainte-Anne-de-Bellevue, Quebec, H9X 3V9

². Environment and Climate Change Canada (ECCC), 200 Bd Sacré-Coeur, Gatineau, Quebec, J8X 4C6

Yannick Nombré¹, Monique Boily¹ et Lise Parent²

Stress oxydatif et neurotoxicité d'un herbicide à base de glyphosate sur la moule d'eau douce, *Elliptio complanata*

Les pesticides ont apporté beaucoup d'avantages dans de nombreux domaines, que ce soit dans la lutte contre les maladies, l'aménagement paysager et le contrôle des ravageurs des cultures ainsi que l'élimination des mauvaises herbes. Cependant, leur importance et leur large spectre d'utilisation font qu'ils sont très répandus et polluent les différents compartiments de l'environnement. De plus en plus de preuves de leurs effets délétères sur les organismes non ciblés sont répertoriées. Les herbicides à base de glyphosate (HBG) sont les pesticides les plus vendus et utilisés au monde. Au Québec, leur utilisation entraîne la contamination des cours d'eau agricoles où ils sont détectés dans 100% des cas, pouvant ainsi constituer un risque pour la vie aquatique. Pour estimer leurs effets sur les organismes aquatiques, nous avons exposé la moule *Elliptio complanata* à un HBG, le Credit® Xtreme, à des concentrations environnementales (50, 100 et 150 µg i.a./L) pendant 21 jours. Des biomarqueurs, représentant des systèmes physiologiques plus ou moins distincts ont été adaptés sur *E. complanata*, pour identifier les plus sensibles ainsi que pour définir les concentrations minimales avec effet observé (CMEO). Les biomarqueurs tels que la peroxydation des lipides (LPO), la glutathion-S-transférase (GST), l'acétylcholinestérase (AChE) et la vitellogénine (VTG), associés respectivement aux dommages oxydatifs, à la détoxification et aux systèmes neurologique et reproducteur ont été mesurés. Un indice intégrant les réponses des biomarqueurs a été calculé (IBR) pour évaluer le risque du Credit® Xtreme pour la santé des moules. Les résultats ont montré que, comparativement au groupe témoin, l'HBG entraînait des dommages oxydatifs dans les branchies; élevés chez les femelles à 150 µg i.a./L et faibles chez les mâles à 100 µg i.a./L. Un effet neurologique s'est manifesté par une forte diminution de l'activité de l'AChE dans les branchies (à 100 et 150 µg i.a./L) indifféremment du sexe. Une diminution de l'activité de l'AChE a également été observée dans le pied des deux sexes à 100 µg i.a./L. Chez les femelles exposées à 50 µg i.a./L, une légère baisse de la concentration de vitellogénine a été observée, suggérant des effets limités sur la reproduction. Aucune des concentrations de l'herbicide n'a eu d'effet sur la GST. Enfin, Les valeurs d'IBR ont augmenté en fonction des concentrations de glyphosate, indiquant un risque pour la santé d'*E. complanata*, et ce, à des concentrations environnementales de l'herbicide.

Mots clés : *Elliptio complanata*, glyphosate, biomarqueurs, stress oxydatif, neurotoxicité, réponses de biomarqueurs intégrées.

¹. Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques, 201 Av. du Président-Kennedy, Montréal, QC H2X 3Y7, Canada.

². Université TÉLUQ, Département Science et Technologie, 5800, rue Saint-Denis, bureau 1105. Montréal, QC, H2S 3L5, Canada.

Fernanda Vieira da Silva Cruz¹, Lekha Sleno², Leanne Ohlund², Philippe Juneau¹

Phytotoxicité de l'atrazine et du s-métolachlore sur les lentilles d'eau: aspects physiologiques et dégradation de ces herbicides

Les macrophytes jouent un rôle crucial dans les écosystèmes aquatiques en éliminant les contaminants environnementaux (phytoremédiation). Nous avons étudié la tolérance de deux lentilles d'eau, *Lemna minor* et *Spirodela polyrhiza*, exposées à l'atrazine (0-400 µg/L) et au s-métolachlore (0-200 µg/L) à une densité de 1,27 g (poids frais) par litre de milieu de culture pendant sept jours. Les courbes concentration-effet ont été ajustées par modélisation non linéaire avec le logiciel R et la concentration provoquant 50% d'inhibition du taux de croissance (EC₅₀) pour chaque espèce a été dérivée de ces modèles. Le rendement quantique maximal du photosystème II (Φ_M), le rendement quantique opérationnel du photosystème II (Φ'_M) et les paramètres d'extinction relatifs (qPrel, qNrel et UQFrel) de ces plantes ont été calculés à partir des courbes d'induction de fluorescence obtenues avec un fluoromètre à modulation d'amplitude d'impulsion (PAM). *Spirodela polyrhiza* (CE₅₀=166 µg/L) était plus tolérante à l'atrazine que *Lemna minor* (CE₅₀=101 µg/L), tandis que *L. minor* (CE₅₀ = 128 µg/L) était plus tolérante au s-métolachlore que *S. polyrhiza* (CE₅₀ = 15 µg/L). Des dommages aux photosystèmes II (Φ_M) ont été observés à partir de 80 µg/L d'atrazine pour *L. minor* et 240 µg/L pour *S. polyrhiza*, ainsi qu'une diminution des photons convertis dans le transport des électrons lors de l'illumination (Φ'_M). UQFrel a augmenté et qPrel a diminué en présence de l'atrazine indiquant que les centres réactionnels des photosystèmes II ont été maintenus dans un état plus réduit sous illumination. Pour le s-métolachlore, nous avons observé une diminution de l'extinction photochimique (qPrel) compensée par une plus grande perte d'énergie par la chaleur (qNrel) dans *S. polyrhiza*, ce qui corrobore notre taux de croissance plus faible pour cette espèce. Nous avons aussi évalué les concentrations en pigments, protéines, biomarqueurs du stress oxydatif et l'activité enzymatique de la catalase et l'ascorbate peroxydase. La concentration des protéines et pigments dans les tissus végétaux n'ont été pas affectés négativement par les herbicides. Même si l'activité des enzymes catalase et ascorbate peroxydase ont diminué dans les concentrations plus fortes des herbicides, la concentration de l'espèce réactive d'oxygène (H₂O₂) des plantes exposées aux pesticides ont resté au même niveau des plantes du témoin. Finalement, les lentilles d'eau ont pu réduire significativement la concentration en pesticides (jusqu'à 28% pour le s-métolachlore et 16% pour l'atrazine) dans le milieu par rapport au témoin sans plante, ce qui suggère leur utilisation potentielle pour la phytoremédiation de ces herbicides.

Mots clés : phytoremédiation; photosynthèse; stress oxydatif; macrophytes

¹. Université du Québec à Montréal, GRIL – EcotoQ, Département des Sciences Biologiques

². Université du Québec à Montréal, CERMO-FC, Département de Chimie

Antoine Faure¹, Isabelle Lavoie¹, Lise Parent² et Anne Crémazy¹

Impacts des mélanges de pesticides sur les organismes d'eau douce au Québec

La perte de biodiversité en eau douce est un enjeu environnemental majeur. Parmi les différentes sources de perturbation environnementale, la contamination des eaux par les pesticides est un facteur aggravant de la perte de biodiversité. Notamment, au Québec, les concentrations de pesticides dans les eaux douces dépassent fréquemment les critères de protection de la vie aquatique. L'évaluation du risque environnemental des pesticides se base généralement sur des études menées avec un seul pesticide et où les organismes sont exposés uniquement par l'eau. Or, en eau douce, les pesticides sont communément retrouvés en mélanges et les voies d'exposition comprennent l'eau, mais aussi l'alimentation. Il est alors possible que le risque environnemental associé aux pesticides soit sous-estimé. Pour vérifier cette hypothèse, nous planifions de tester la toxicité de mélanges de pesticides constitués à partir des données issues des suivis environnementaux réalisés dans les cours d'eau du Québec sur différents organismes d'eau douce : l'escargot *Lymnaea stagnalis* et la moule *Elliptio complanata*. Les effets des mélanges seront comparés aux effets individuels des pesticides les composant. En exposant les organismes à des concentrations décroissantes de ces mélanges, nous simuleront l'impact d'une diminution des pesticides dans les écosystèmes aquatiques. De plus, du biofilm algal cultivé en laboratoire sera contaminé par ces mélanges puis donné comme nourriture aux organismes d'étude afin d'évaluer le rôle de la voie trophique dans la contamination par les pesticides. Ces résultats ont pour vocation de contribuer à la prise de décision en matière de régulation de l'usage des pesticides en agriculture.

Mots clés : pesticides, mélanges, tests de toxicité, *Lymnaea stagnalis*, *Elliptio complanata*, réseau trophique

¹. INRS, Centre Eau Terre Environnement, 490 rue de la Couronne, Québec (Québec), G1K 9A9, Canada

². Université TELUQ, Département Science et Technologie, 5800 rue Saint-Denis, Montréal (Québec), H2S 3L5, Canada

Yosra Ben Cheikh¹, Florence Bultelle¹, Béatrice Rocher¹, Frank Le Foll¹, Carlos Canchaya², Gersende Maugars¹, Agnès Poret¹, Stéphanie Olivier¹, Nathalie Giusti¹, Corentine Guilloton¹, et Salima Aroua¹

Projet MICROTOOL : L’empreinte du microbiote comme un outil non invasif pour la biosurveillance

Le besoin d'évaluation des risques sur la santé des écosystèmes s'accroît avec l'émergence constante de nouveaux contaminants. Néanmoins, la recherche de biomarqueurs s'appuie souvent sur des procédures invasives voire létales. Dans un souci de démarche expérimentale plus responsable, le projet MICROTOOL propose d'explorer une nouvelle approche exploitant le microbiote en tant qu'outil non invasif pouvant refléter l'état de santé des organismes. L'objectif principal du projet MICROTOOL est d'évaluer la modulation du microbiote associé à l'hémolymphe chez la moule *Mytilus edulis* et du microbiote associé au mucus cutané chez le bar *Dicentrarchus labrax* après une exposition à deux contaminants émergents. MICROTOOL vise à répondre à trois questionnements scientifiques :

- 1) Le microbiote de l'hémolymphe chez les moules et le microbiote du mucus cutané chez le bar peuvent-ils être modulés par les xénobiotiques ?
- 2) Peut-on identifier des empreintes spécifiques du microbiote en réponse à la contamination ?
- 3) Peut-on établir un lien entre la modulation du microbiote et l'état de santé de nos organismes ?

In fine, le projet MICROTOOL permettra de développer un outil de surveillance des risques d'exposition liées à la qualité des eaux avec des approches non invasives plus respectueuses du bien-être animal.

Mots clés : moule bleue, bar, microbiome, biomarqueurs, contaminants émergents

¹. Université le Havre Normandie, UMR I02 SEBIO, 25 rue Philippe Lebon, 76600 Le Havre

². Université de Vigo, CINBIO Estrada de Marcosende, 36310 Vigo, Pontevedra, Espagne

Laura Malbezin¹, Stéphane Moïse¹, Soizic Morin², Jérôme Comte¹, et Isabelle Lavoie¹

Les biofilms algaux comme proxy de la contamination en pesticides des rivières du Québec

L'agriculture conventionnelle est une source de contamination des rivières en pesticides. Depuis plusieurs années, le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) suit les concentrations de multiples pesticides dans des rivières situées dans des zones de grandes cultures (maïs/soja), de vergers ou encore de cultures maraîchères. Les herbicides tels que le S-métolachlore, le glyphosate et l'atrazine, les insecticides tels que le chlorantraniliprole, le thiaméthoxame et clothianidine ainsi que les fongicides comme l'azoxystrobine figurent parmi les composés les plus fréquemment détectés. Ces pesticides peuvent atteindre les milieux aquatiques et interagir avec le biote. Certains ont déjà été quantifiés à des concentrations dépassant des critères de protection de la vie aquatique, soulevant alors la problématique de leur toxicité pour les organismes non-cibles des cours d'eau.

Malgré une résolution d'échantillonnage importante, les mesures ponctuelles de concentrations en pesticides par échantillonnage de l'eau présentent une grande variabilité et ne représentent pas forcément la disponibilité des composés pour les organismes aquatiques, ni leur potentiel de bioaccumulation et de contamination des chaînes trophiques aquatiques et terrestres. Ainsi, il semble pertinent de trouver un outil biologique ayant la capacité d'intégrer les variations de contamination dans les eaux, qui est aussi à la fois ubiquiste et facile à échantillonner. Pour cela, le biofilm algal (aussi nommé périphyton) est un modèle intéressant. Le biofilm algal est un consortium d'organismes comprenant notamment des algues, des bactéries et des champignons imbriqués dans une matrice en trois dimensions. En plus d'être impliqué dans les cycles de nutriments, il représente une nourriture de choix pour de nombreux consommateurs primaires. De plus, il présente la capacité d'accumuler de nombreux composés, dont les pesticides, qui pourraient alors se transférer le long de la chaîne alimentaire.

L'objectif principal de ce projet est de déterminer la relation entre les concentrations en pesticides dans les biofilms et celles retrouvées dans l'eau et de développer un modèle prédictif afin d'utiliser le biofilm comme un proxy de la contamination en pesticides dans les rivières. De nombreux échantillons de biofilms ont été prélevés pendant les étés 2019 à 2022 dans des rivières agricoles faisant partie du réseau de suivi du MELCCFP. Les résultats préliminaires de cette étude suggèrent en effet une accumulation de certains pesticides dans les biofilms algaux récoltés.

Mots clés : Agriculture, contamination, pesticides, biofilm, biosuivi

¹. Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, 490 rue de la Couronne, G1K 9A9 Québec (Canada)

². Unité de recherches « Ecosystèmes Aquatiques et changements globaux », INRAE, 50 Avenue de Verdun, 33612 Cestas (France)

**Marc Lebordais^{1,2}, Mado Lemieux¹, Nathalie Ouellet², Adel Achouba², Pierre Dumas³,
Pierre Ayotte^{3,a} et Paul De Koninck^{1,b}**

Neurotoxicité du méthylmercure et propriétés protectrices de la sélénonéine étudiées chez le poisson-zèbre.

Le méthylmercure (MeHg) est un polluant organométallique qui se bioamplifie au sein des réseaux alimentaires aquatiques et s'accumule dans les prédateurs marins. Les populations du nord du Canada qui dépendent de la consommation de poissons prédateurs et de mammifères marins sont donc hautement exposés au MeHg, qui est efficacement absorbé après l'ingestion. Cet agent neurotoxique est particulièrement inquiétant dans le contexte du transfert maternel pendant la grossesse considérant que le MeHg peut traverser les barrières placentaires et hémato-encéphaliques. Par conséquent, les stades de développement précoces sont d'autant plus concernés par la toxicité du MeHg qui peut causer *a posteriori* des effets multi-échelles, notamment des dommages cognitifs.

Toutefois, des études récentes ont révélé que la sélénonéine, une molécule anti-oxydante qui formerait un complexe avec le MeHg, était enrichie dans les globules rouges des populations nordiques canadiennes. Cette découverte a conduit à l'hypothèse que la consommation d'aliments traditionnels riches en sélénonéine pourrait apporter une protection contre la neurotoxicité du MeHg.

Afin de tester cette hypothèse, nous nous appuyons sur le modèle du poisson-zèbre (PZ) *Danio rerio*, via des expositions par voie directe sur des PZ embryo-larvaires pour évaluer les potentiels effets protecteurs de la sélénonéine. Nous optimisons ainsi des mesures de bioaccumulation en sélénonéine par chromatographie liquide avec spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS). Conjointement, pour caractériser la toxicité neurodéveloppementale du MeHg, nous avons d'abord quantifié l'apoptose en utilisant une lignée transgénique de PZ qui exprime un indicateur fluorescent dans les neurones excitateurs (Tg[vGLUT2a:RFP]), qui sont imagés *in vivo* par microscopie confocale 3D. Ce criblage non-ciblé révèle des cellules en apoptose dans l'ensemble du cerveau, où des régions spécifiques sont identifiées à l'aide d'un atlas référentiel de cerveau de PZ. Les résultats préliminaires suggèrent que le MeHg induit une hausse de l'apoptose, ainsi que des changements morphologiques dans le mésencéphale. Pour corrélérer ces observations au comportement moteur du PZ embryo-larvaire, nous suivons actuellement la nage des PZ sous stimulation visuelle par enregistrements vidéo (Zebrafish, Viewpoint).

Ces expériences visent à identifier les cibles de la toxicité neurodéveloppementale du MeHg et à déterminer si son impact sur la cognition cérébrale peut être atténué par la sélénonéine. Notre prochaine étape est d'établir un système expérimental de supplémentation alimentaire riche en sélénonéine qui permettra d'évaluer ses potentiels effets protecteurs à travers l'axe microbiote-intestin-cerveau. Enfin, nos résultats sur l'interaction MeHg-sélénonéine pourraient apporter de nouvelles connaissances pour comprendre l'exposome des populations inuit.

Mots clés : méthylmercure, toxicité neurodéveloppementale, poisson-zèbre, sélénium, microscopie.

1. Centre de recherche CERVO, Institut Universitaire en Santé Mentale de Québec, 2601 de la Canardière, Québec, QC, Canada

2. Axe santé des populations et pratiques optimales en Santé, Centre de Recherche du CHU de Québec, 1050 chemin Sainte-Foy, Québec, QC, Canada

3. Centre de Toxicologie du Québec, Institut National de Santé Publique du Québec, 945 rue Wolfe, Québec, QC, Canada

a. Département de médecine sociale et préventive, 1050 avenue de la Médecine, Université Laval, Québec, QC, Canada

b. Département de biochimie, microbiologie et bio-informatique, 1045 avenue de la Médecine, Université Laval, Québec, QC, Canada

Chloé Pazart¹, Karine Lemarchand¹, Kim Doiron² et Christian Nozais³

Évaluation du risque de transfert d'espèces microbiennes invasives par l'utilisation de peintures antifouling sans biocides : Un enjeu international (Projet PAINTS)

En milieu aquatique, les biofilms colonisent naturellement les structures artificielles immergées, conduisant à la formation d'un encrassement biologique appelé « biofouling ». Ce biofouling a des effets importants pour l'industrie maritime dont celui de contribuer au transport d'espèces potentiellement invasives à grande échelle *via* la navigation. Pour limiter le biofouling sur les coques de navires, des peintures antifouling à base de biocides sont généralement utilisées. Toutefois ces produits sont reconnus pour être néfastes pour la diversité marine (action sur des organismes non ciblés) et la santé humaine (inhalation de particules lors de l'application sur les coques).

Le projet **PAINTS** (**P**eintures **A**ntifouling propres pour l'**I**ndustrie de la **N**avigation dans une optique de **T**ransition **S**ocio-écologique vers l'**é**conavigation - financement ANR/FRQ) est une collaboration franco-québécoise dont les objectifs sont de développer des revêtements sans biocides efficaces répondant aux normes environnementales, et évaluer leur potentiel d'utilisation dans des environnements marins contrastés.

Durant la première année du projet (2021), l'efficacité antifouling de huit revêtements expérimentaux a été étudiée en conditions naturelles d'immersion. Les revêtements ont été immergés en milieu naturel de six mois à un an selon les sites d'études (milieux marins chauds, tempérés, subarctiques). Les premiers stades de colonisation ont été mesurés par microscopie confocale (microfouling). Les étapes subséquentes (macrofouling) ont été analysés par photographies à haute résolution, à intervalles réguliers, pour calculer un indice d'efficacité (indice N). Les résultats obtenus ont permis de sélectionner les deux revêtements les plus efficaces pour étudier leur potentiel de transfert d'espèces invasives intersites. Cette seconde partie de l'étude a été réalisée durant l'été 2022 sur les différents sites du projet. Au Québec, cette étude a été réalisée à Rimouski et Sept-Îles. 54 coupons de PVC recouverts des revêtements choisis ont été immergés pendant un mois en eaux naturelles sur chaque site. Un transfert intersite a ensuite été effectué pour réaliser une immersion contrôlée de 15 jours sur le site receveur. Pour mesurer l'évolution de la colonisation des coupons avant et après transfert, des échantillons ont été prélevés après 1 mois d'immersion au site initial, immédiatement après transfert sur le site receveur et au terme des 15 jours d'immersion au site receveur. Les résultats obtenus permettent de comparer l'abondance microbienne retrouvée entre les différents revêtements à chaque temps d'échantillonnage et d'établir un suivi de cette abondance le long des transplantations. L'analyse de la diversité microbienne des différents coupons nous permettra de déterminer la variabilité associée au transfert intersites.

Mots clés : biofouling, espèces invasives, peintures antifouling, écotoxicologie

¹. UQAR-ISMER, 310 Allée des Ursulines, Rimouski (Québec, Canada)

². INREST, 350 Avenue Jollier, Sept-Îles (Québec, Canada)

³. UQAR, Allée des Ursulines, Rimouski (Québec, Canada)

Michel Auffret¹, Yoran Le Strat¹, Béatrice Rocher², Yosra Ben Cheik², Frank Le Foll², Nelly Le Goic¹, Christophe Lambert¹

Utilisation de biomarqueurs chez un bivalve dans un protocole de biosurveillance des milieux portuaires

Les milieux côtiers abritent une part importante de la biodiversité marine et contribuent à l'essentiel de la production de biomasse des océans, pour partie exploitée par les populations humaines. Dans les zones estuariennes qui abritent les principales installations portuaires, les voies d'entrée des contaminants chimiques et leur devenir dans le milieu aquatique sont des éléments déterminants qui contrôlent l'exposition des organismes. Les contaminations qualifiées de «historiques» concernent en particulier des substances organiques persistantes dangereuses, éventuellement interdites d'utilisation aujourd'hui, ainsi que quelques éléments-traces métalliques. Ces substances, associées au matériel particulaire, sont naturellement stockées dans les sédiments envasés des zones portuaires. Leur réintroduction dans un cycle biogéochimique par une remise en suspension peut être à l'origine d'effets néfastes sur le biote, particulièrement les mollusques filtreurs qui sont alors exposés à cette contamination.

Nos équipes ont ainsi mis en œuvre un protocole de biosurveillance (projet MOULOBS*) dans la zone portuaire de Brest (France) dans un contexte de travaux d'aménagement lourds (dragage de sédiments en particulier). Même si l'état de santé générale des huîtres encagées dans la zone pendant 6 mois, renseigné par l'analyse biométrique, est apparu globalement bon, une sélection de biomarqueurs biochimiques d'exposition a permis de détecter des altérations biologiques discrètes, possiblement dues à une exposition chronique à des substances chimiques écotoxiques. Un traitement des données recommandé par un groupe de travail sur les biomarqueurs (programme AESN Biosurveillance) a permis de définir des valeurs-limites utiles à la prise de décision.

Cette étude contribue à la validation de protocoles de biosurveillance dans le cadre de la gestion environnementale de zones côtières anthropisées.

Mots clés : biomarqueurs écotoxicologiques; stress environnemental; biosurveillance; zones portuaires

* MOULOBS est l'acronyme d'une expertise de recherche scientifique financée par la Région Bretagne depuis 2018.

¹. Institut Universitaire Européen de la Mer - Université de Brest, Laboratoire LEMAR, Technopôle Brest-Iroise, 29 280 PLOUZANE, France

². Université du Havre, laboratoire SEBIO, 76063 Le Havre cedex, France

Cloé Falcoz^{1,5}, Richard St-Louis^{2,5}, Julie Carrière³ et Mathieu Cusson^{4,5}

Phytoremédiation des sédiments contaminés et potentiel de séquestration des gaz à effet de serre par les herbiers de zostères : aspects écotoxicologiques

Les activités anthropiques (tels que les industries, les zones portuaires ou les aires urbaines) peuvent relarguer certains contaminants dans les environnements côtiers comme les métaux traces qui s'accumulent dans divers habitats et dans la zone intertidale. La décontamination des zones impactées utilise des engins de chantier ou des bateaux pour draguer les couches supérieures des sédiments. Ces méthodes sont invasives et destructrices pour les écosystèmes, il faut alors se tourner vers des solutions alternatives plus respectueuses, comme la phytoremédiation. Dans les environnements côtiers, des herbiers marins ont le potentiel de bioaccumuler des métaux et de séquestrer le carbone atmosphérique. Dans le système marin du Saint-Laurent, les herbiers de *Zostera marina* sont très présents et s'étendent dans certaines zones touchées par des contaminations aux métaux, comme dans la baie de Sept-Îles (côte-nord du golfe). Le but de notre étude est de quantifier le potentiel de phytoremédiation et de séquestration de carbone des zostères en milieux subarctiques. En conditions contrôlées, nous avons exposé pendant quatre semaines des zostères à des sédiments contaminés à différentes concentrations en cadmium, fer et arsenic. Les paramètres mesurés sont : la croissance, les teneurs en métaux, chlorophylle et carbone, et l'activité de deux enzymes du stress oxydatif. À l'été 2022, dans la baie de Sept-Îles, nous avons testé pendant deux mois la phytoremédiation en conditions réelles. Nous avons transplanté des zostères d'une zone peu contaminée vers une zone impactée, près du centre urbain, où les contaminants combinés sont en faibles concentrations. Nos résultats préliminaires suggèrent que la croissance des herbiers n'a pas été affectée. Toutefois, les résultats en laboratoire montrent que *Z. marina* tolère bien l'arsenic et le cadmium, tandis que le fer a un effet inhibiteur marqué sur la croissance. Les résultats à venir nous permettront de déterminer le potentiel de bioaccumulation des métaux par les zostères ainsi que l'impact de ces contaminants sur leur santé et leur capacité à séquestrer du carbone. L'accumulation des métaux par les plants, dans un contexte de phytorestauration, soulève aussi un questionnement : y a-t-il un risque de transfert des métaux dans le réseau trophique ? Les zostères représentant la nourriture de plusieurs espèces d'invertébrés brouteurs, en concentrant ces contaminants dans leurs tissus, leurs prédateurs pourraient être exposés à des niveaux de contamination plus importants.

Mots clés : herbiers de zostères, phytoremédiation, séquestration des gaz à effet de serre, transplantation, transfert trophique

1. Institut des sciences de la mer à Rimouski, 310 Allée des Ursulines, Rimouski

2. Université du Québec à Rimouski, Département de biologie, chimie et géographie, 300 Allée des Ursulines, Rimouski

3. Institut nordique de recherche en environnement et santé au travail, 350 Avenue Jolliet, Sept-Îles

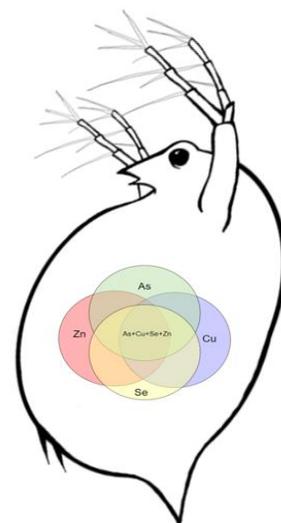
4. Université du Québec à Chicoutimi, Départements des sciences fondamentales, 555 Boulevard de l'Université, Saguenay

5. Québec-Océan, Pavillon Alexandre-Vachon, 1045 Avenue de la Médecine, Université Laval, Ville de Québec

Wijdane Limouni^{1,2}, Eric Rosa^{1,2}, Carmen M. Neculita¹, Patrice Couture³ et Vincent Cloutier^{1,2}

Évaluation de l'effet de mélange sur la toxicité des métaux et metalloïdes dans les effluents miniers et métallurgiques

Les risques environnementaux associés aux produits chimiques sont encore souvent évalués substance par substance, en négligeant les effets des mélanges. Il peut en résulter une sous-estimation des risques, étant donné que l'exposition typique au sein des milieux récepteurs concerne des « cocktails » chimiques à composantes multiples. La toxicité de tels cocktails est difficile à prévoir en raison d'effets synergiques ou antagonistes au sein du mélange. La présente étude cible l'évaluation des effets de mélange et des impacts cumulés des contaminants présents dans les effluents miniers et métallurgiques. À cet égard, des tests de toxicité aiguë des métaux (Cu et Zn) et metalloïdes (As et Se) sur *Daphnia magna* ont été réalisés. L'effet des multiples interactions de ces éléments métalliques a été considéré, comme variables indépendantes, individuellement et simultanément, sur le taux de mortalité de *D. magna*, par la méthodologie de surface de réponse (RSM) sous les plans composites centrés. Les résultats démontrent qu'il peut y avoir des interactions complexes de mécanismes de contrôle de la toxicité potentiellement concurrents dans des mélanges de métaux et metalloïdes. De tels mécanismes pourraient éventuellement être prédits par des modèles de toxicité mécanistes basés sur la biodisponibilité.



Mots clés : toxicité aiguë, *D. magna*, mélange, éléments métalliques, RSM

¹. Institut de Recherche en Mines et Environnement (IRME) UQAT-Polytechnique, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), Rouyn-Noranda, Québec

². Groupe de Recherche sur l'Eau Souterraine (GRES), UQAT, Rouyn-Noranda, Québec

³. Institut National de la Recherche Scientifique (INRS)- Centre Eau Terre Environnement (ETE), Québec, Québec

Noura Alsarawi¹, Joann Whalen¹, and Geoffrey Sunahara¹

Deinking biosolids compensate the sub-lethal effects of copper on earthworms' physiology

Deinking biosolids are nutrient-rich organic residual that can be used to fertilize plants grown for agriculture and on reclaimed lands. However, they also contain non-nutritive substances, such as trace metals like copper (Cu) that were in phthalocyanine dyes used by the printing industry. Consequently, agricultural fields that receive deinking biosolids as a fertilizer could accumulate Cu, which need to be evaluated for its impact on soil biological health. The purpose of this research is to assess the potential toxicity of deinking biosolids and Cu to ecotoxicological indicator species e.g., earthworms, to guide decisions and policies for the management of organic residuals. Two experiments are proposed to achieve this objective: (1) soil spiked with deinking biosolids will be used for lab-scale soil-exposure experiment to evaluate the physiological changes in earthworms' growth and reproduction; (2) DNA damage and oxidative stress will be evaluated in earthworms exposed to deinking biosolids. A secondary objective of this experiment is to determine the metabolite biomarkers in earthworms' coelomic fluid associated with oxidative stress and DNA damage following deinking biosolids exposure. With better understanding of the potential toxicity of deinking biosolids to earthworms, this helps regulatory agencies decide on the limits for deinking biosolids that are destined for land-spreading on agricultural fields.

Keywords: deinking biosolids, earthworms, soil-exposure ecotoxicity, physiological changes, DNA damage, oxidative stress.

¹ McGill University, Department of Natural Resource Sciences, Sainte-Anne-de-Bellevue, Quebec, Canada

Florence Bultelle¹, Aimie Le Saux¹, Philippe Chan^{2,3}, David Vaudry², Fanny Louis⁴, Romain Peden⁴, Stéphanie Olivier¹, Agnès Poret¹, Laurence Delahaut⁴, Odile Debourges⁴, Arnaud Tanguy⁵, Simon Devin⁶, Sandrine Pain-Devin⁶, Frank Le Foll¹, Elise David⁴, Béatrice Rocher¹

Analyse de la réponse protéomique de deux espèces du genre *Dreissena* exposées au cadmium

La moule zébrée, *Dreissena polymorpha*, est largement utilisée comme espèce sentinelle dans la biosurveillance des eaux douces. Plus récemment, la moule quagga, *Dreissena rostriformis bugensis*, également originaire de la région ponto-caspienne (Europe de l'Est), a colonisé l'Europe occidentale et l'Amérique du Nord. Ce bivalve entre en compétition avec la moule zébrée pour les habitats et, dans certaines régions, l'a même complètement remplacée. La moule quagga est actuellement utilisée comme espèce sentinelle au même titre que la moule zébrée mais cette utilisation nécessite de comprendre les mécanismes impliqués dans sa réponse au stress et de les comparer à ceux de la moule zébrée, mieux caractérisés. Dans cette optique, une exposition des deux espèces à un contaminant classique a été réalisée (100 µg/L de cadmium pendant 7 jours) et les profils de réponses ont été comparés par protéomique. Après extraction, les protéines branchiales ont été séparées par électrophorèse bidimensionnelle et les protéoformes d'abondance variable ont été identifiées par spectrométrie de masse. L'analyse fonctionnelle de ces résultats révèle des processus communs aux deux espèces, en particulier des modifications du métabolisme calcique et du cytosquelette. Inversement, une partie de la réponse est clairement espèce spécifique avec des signatures différentes du métabolisme énergétique et des chaperons moléculaires. Ces résultats soulignent des physiologies différentes des deux espèces sympatriques susceptibles d'impacter différemment leur réponse aux contaminants.

Remerciements :

Aimie Le Saux a bénéficié d'une bourse du ministère français de la Recherche. Ce travail a reçu le soutien financier de la Fondation Rovaltain (programme PolQua, AO RT2E) et de la Fédération SCALE CNRS 3730 - Région Normandie.

Mots clés : stress, biosurveillance, espèces sentinelles, *Dreissena polymorpha*, *Dreissena rostriformis bugensis*

1. UMR-I 02 Stress Environnementaux et BIOSurveillance des milieux (SEBIO), FR CNRS 3730 SCALE, Université Le Havre Normandie, Le Havre, France

2. Plate-Forme de Protéomique PISSARO, Université de Rouen Normandie, IRIB Haute-Normandie – Rouen, France

3. Institute for Research and Innovation in Biomedicine (IRIB) –Université de Rouen Normandie - Rouen, France

4. UMR-I 02 Stress Environnementaux et BIOSurveillance des milieux (SEBIO), : FR CNRS 3417, Université de Reims Champagne-Ardenne, Reims, France

5. Station Biologique de Roscoff, Adaptation et Diversité en Milieu Marin, équipe ABICE, FR CNRS 2424, Sorbonne Universités, Roscoff, France

6. Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC) – CNRS : UMR 7360, Université de Lorraine, Metz, France

