

## Table des matières

Mot du président du Colloque.....	3
Comité organisateur du 13 <sup>e</sup> colloque.....	4
Nos partenaires 2009.....	5
Le Chapitre Saint-Laurent.....	6
Le conseil d'administration 2008-2009.....	6
Mot du président du Chapitre.....	7
Programmation scientifique.....	8
Jeudi 28 mai.....	8
Vendredi 29 mai.....	9
Session d'affiches.....	10
Ateliers de discussion.....	12
Prix d'excellence du Chapitre Saint-Laurent.....	13
Prix étudiants.....	13
Résumés des présentations orales.....	14
Résumés des affiches.....	32



## Mot du président du Colloque

Je suis heureux de vous accueillir, au nom du Comité organisateur, au 13<sup>e</sup> Colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent. L'ère de la collaboration scientifique et de la multidisciplinarité en toxicologie environnementale anime notre colloque sur *la dynamique des contaminants et la qualité de vie*.

De plus en plus d'exemples surgissent dans la littérature concernant les conséquences des contaminants environnementaux sur la santé humaine. Que cela découle de la féminisation de jeunes garçons exposés à des composés de plastique, des différences dans les ratios mâle:femelle, ou bien dans l'exposition aux contaminants atmosphériques et l'asthme, nous faisons partie de divers écosystèmes, et nous sommes assujettis aux mêmes contaminants que les animaux y vivant et chez lesquels nous rapportons depuis plusieurs années des effets importants sur divers fonctions physiologiques. Le fait que nous sommes intimement liés à divers écosystèmes, directement ou non, ne représente que l'une des difficultés à identifier les causes d'effets d'expositions associées aux contaminants environnementaux. Toutefois il faut bien réaliser que nous faisons partie des mêmes écosystèmes contaminés qui menacent les animaux et donc nous sommes, en effet, soumis aux mêmes risques pour la santé que nos voisins d'écosystèmes. Un des objectifs principal de ce colloque sera de faire le lien entre la contamination et des effets sur la santé des écosystèmes et sur la santé humaine.

Puisque l'objectif de ce Colloque est aussi de favoriser les discussions et le partage de savoir, les nombreux échanges s'animeront autours des nombreuses présentations orales et par affiches, ce qui fournira un tableau diversifié de l'état d'avancement de la recherche et de la mise en œuvre de solutions environnementales et de l'évaluation du risque pour les écosystèmes et la santé humaine.

En terminant, je tiens à souligner l'important travail des membres du comité organisateur, qui ont choisi de s'impliquer par un geste concret dans la protection de l'environnement en visant la mise en place d'un colloque écoresponsable. Je tiens à les remercier en votre nom et je vous invite à participer à ce Colloque de manière écoresponsable.

Je souhaite que les deux journées d'activités de ce 13<sup>e</sup> Colloque vous permettront de mieux cerner la dynamique des contaminants dans les écosystèmes et leurs effets sur la qualité de vie tant au niveau de la flore et la faune que sur la santé humaine.

Bon Colloque,



Daniel Cyr  
Président du 13<sup>e</sup> Colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent

# Comité organisateur du 13<sup>e</sup> Colloque

## **Président**

*Daniel Cyr*

INRS – Institut Armand Frappier

## **Programme scientifique**

*Stéphane Masson*

Aquarium du Québec, SEPAQ

*Christian Gagnon*

Centre Saint-Laurent, Environnement Canada

*Yves de Lafontaine*

Centre Saint-Laurent, Environnement Canada

*Gaëlle Triffault-Bouchet*

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MDDEP

## **Communications**

*Gaëlle Triffault-Bouchet*

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MDDEP

*Jonathan Bernier*

Institut national de la recherche scientifique, centre ETE

## **Trésorerie et inscriptions**

*Dominique Lapointe*

Institut national de la recherche scientifique, centre ETE

*Raynald Chassé*

Ministère de la Sécurité publique

## **Financement**

*Kristin Mueller*

*Dominique Lapointe*

Institut national de la recherche scientifique, centre ETE

## **Logistique**

*Raynald Chassé*

Ministère de la Sécurité publique

## **Concours étudiant**

*Lise Parent*

Teluq, UQÀM

## Nos partenaires 2009

Le Comité organisateur du 13<sup>e</sup> Colloque et le Conseil d'administration du Chapitre Saint-Laurent remercient sincèrement leurs partenaires pour leur généreuse contribution.



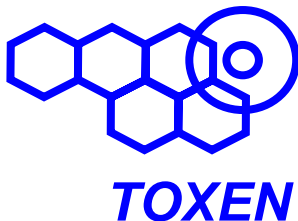
Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada



VARIAN

RioTinto Alcan



Environnement  
Canada

Environnement  
Canada

*Développement durable,  
Environnement  
et Parcs*

Québec



Centre d'expertise  
en analyse  
environnementale

Québec



Une marée de plaisirs



MUSÉUMS NATURE MONTRÉAL

## Le Chapitre Saint-Laurent

Le Chapitre Saint-Laurent est une organisation québécoise affiliée à deux regroupements internationaux : la *Société pour l'analyse de risque* (SRA) et la *Société de toxicologie et de chimie de l'environnement* (SETAC). Il rassemble des spécialistes et des intervenants des domaines de la chimie et de la toxicologie environnementales, de l'écotoxicologie, de la santé environnementale, de l'évaluation et de la gestion des risques.

Le Chapitre Saint-Laurent a été fondé le 18 novembre 1996. Ses objectifs sont de servir de tribune d'échanges et de concertations à ses membres, d'identifier les besoins de développement, de favoriser la recherche scientifique et de promouvoir la formation et l'enseignement dans ses domaines d'intérêt tout en favorisant l'interaction entre les spécialistes des différents milieux universitaires, industriels, gouvernementaux et service-conseil.

### Le conseil d'administration 2008-2009

<b>Stéphane Masson</b>	Président	Aquarium du Québec, SÉPAQ
<b>Christian Gagnon</b>	Président ex-officio	Centre Saint-Laurent, Environnement Canada
<b>Raynald Chassé</b>	Vice-Président	Ministère de la Sécurité publique du Québec
<b>Jonathan Bernier</b>	Secrétaire	INRS, Centre Eau, Terre et Environnement
<b>Dominique Lapointe</b>	Trésorière	INRS, Centre Eau, Terre et Environnement
<b>Kristin Mueller</b>	Administratrice	INRS, Centre Eau, Terre et Environnement
<b>Yves de Lafontaine</b>	Administrateur	Centre Saint-Laurent, Environnement Canada
<b>Gaëlle Triffault-Bouchet</b>	Administrateur	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MDDEP



<http://www.chapitre-saint-laurent.qc.ca>

## Mot du président du Chapitre

Je suis très heureux de vous souhaiter la bienvenue au 13<sup>e</sup> colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent. C'est avec enthousiasme que nous vous rencontrons à nouveau dans la Ville de Montréal après une absence de plus de quatre ans. En effet, c'est au cours du neuvième colloque en 2005 que nous nous y sommes rencontrés la dernière fois. Dans le but de ramener les anciens membres et d'aller chercher de nouveaux membres, le conseil d'administration a décidé cette année de prendre en main l'organisation du 13<sup>e</sup> colloque. Nous avons voulu ainsi innover en invitant à la fois un président de colloque travaillant en santé humaine, mais également en invitant des spécialistes en environnement et en analyse de risque technologique. Rappelons-nous que le conseil d'administration a travaillé ces dernières années à resserrer les liens avec la société en analyse du risque (SRA). L'invitation de M. Jean-Paul Lacoursière est simplement une continuité des efforts réalisés en ce sens. De plus, le comité organisateur a voulu innover en structurant le programme scientifique du colloque, permettant ainsi de mieux vous informer des nouvelles réalités en matière de sources, d'effets et de risques en environnement, en santé humaine, ainsi qu'au niveau technologique. Nous espérons ainsi vous offrir une programmation différente de par les années passées et c'est d'ailleurs la raison pour laquelle nous avons planifié deux ateliers à la fin de la première journée. Nous espérons ainsi que vous passerez d'agréables moments en notre compagnie.

Je profite de l'occasion pour vous inviter à assister à votre assemblée générale annuelle (AGA) qui se tiendra vendredi le 30 mai dès 8h00 au cours de laquelle un déjeuner buffet vous sera offert. Durant l'AGA, vous pourrez prendre connaissance des diverses réalisations et activités de votre conseil d'administration. Tout au long de l'année, les membres de votre CA se sont efforcés de promouvoir le développement du Chapitre notamment par les réunions bimensuelles, ainsi que par le travail des différents comités. Nous vous invitons à vous joindre à nous activement que ce soit au niveau du conseil d'administration ou pour faire partie des différents comités lorsqu'un appel est lancé aux membres. D'ailleurs cette année, il y a trois (3) postes à combler au sein du conseil d'administration. Au nom des membres du conseil d'administration et en mon nom personnel, nous vous souhaitons un bon colloque.



Stéphane Masson, Président du Chapitre Saint-Laurent.

# Jeudi 28 mai

9 h 00 à 16 h 00 **INSCRIPTION et ACCUEIL**

## MOTS D'OUVERTURE

9 h 00 à 9 h 10 Stéphane Masson, président du Chapitre Saint-Laurent

9 h 10 à 9 h 15 Daniel Cyr, président du 13<sup>e</sup> Colloque

## CONFÉRENCES D'OUVERTURE

9 h 15 à 9 h 30 M. Philip A. Spear, Professeur-chercheur au Département des Sciences biologiques, Université du Québec à Montréal

9 h 30 à 9 h 45 M. Jean-Paul Lacoursière, Ingénieur, Professeur associé au Département de Génie chimique, Université de Sherbrooke

9 h 45 à 10 h 00 M. Daniel Cyr, Professeur-chercheur à l'INRS - Institut Armand Frappier

10 h 00 à 11 h 00

## SESSION D'AFFICHES

	Source et transfert des contaminants en milieu aquatique J. Bernier (INRS-ETE)	Contaminants d'intérêt émergent L. Martel (CEAEQ, MDDEP)	Analyse du cycle de vie pour la gestion des terrains contaminés R. Chassé (MSPQ)
11 h 00 à 11 h 20	A-1 : La modélisation et la mesure de Cd, Ni et Zn libres dans des eaux douces naturelles <i>K. K. Mueller, P. G.C. Campbell et C. Fortin</i>	B-1 : Le suivi des contaminants émergents par le MDDEP : l'exemple des polybromodiphényles éthers (PBDE) <i>D. Berryman, J. Beaudoin, S. Cloutier et coll.</i>	C-1 : Intégration de l'évaluation de risque écotoxicologique (ÉRE) en évaluation de l'impact du cycle de vie (ÉICV) : cas de la réhabilitation d'un site contaminé <i>M. Ditor, C. Bulle, R. Rosenbaum et coll.</i>
11 h 20 à 11 h 40	A-2 : Remobilisation de l'arsenic dans les sédiments d'un lac oxygéné en permanence <i>R-M. Couture, B. Shafei, P. Van Cappellen, et coll.</i>	B-2 : Étude du comportement de points quantiques (CdTe) dans diverses matrices aqueuses <i>P. Turcotte, F. Simoes Gonçalves, S. Sauvé et coll.</i>	C-2 : L'utilisation des terres en ACV : développement d'une méthode d'impact axée sur la qualité écologique du sol <i>R. Saad, M. Margni, R. Rosenbaum et coll.</i>
11 h 40 à 12 h 00	A-3 : Évolution de la distribution intracellulaire du cadmium et du nickel chez l'algue phytoplanktonique cultivée en chemostat <i>J. Bernier, C. Fortin et P.G.C. Campbell</i>	B-3 : Évaluation des risques écotoxicologiques liés aux rejets d'effluents hospitaliers : aspect méthodologiques de la caractérisation des effets <i>C. Boillot, C. Bazin, F. Tissot-Guerraz et coll.</i>	C-3 : Comment introduire une question aussi locale que la spéciation des métaux dans les sols dans une méthode aussi globale que l'analyse du cycle de vie ? <i>G. Plouffe, C. Bulle, R. Samson et coll.</i>

12 h 00 à 13 h 30

## DÎNER

	Source et transfert des contaminants en milieu aquatique Y. de Lafontaine (Environnement Canada)	Effets des contaminants sur les fonctions physiologiques D. Lapointe (INRS-ETE)	Analyse et gestion du risque, et interventions : technologie et risque K. Mueller (INRS-ETE)
13 h 30 à 13 h 50	D-1 : PBDE dans le sang et le gras de nouveau-nés chez trois espèces de phoques capturés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent <i>H. Frouin, M. Lebeuf, M. Hammill et coll.</i>	E-1 : La résistance cellulaire aux xénobiotiques (MXR) dans les coelomocytes d'échinodermes de l'estuaire du Saint-Laurent : possibilité d'interaction entre contaminants <i>E. Doussantousse, L. Beaulieu, L.-C. Rainville et coll.</i>	F-1 : La gestion des risques associés aux substances dangereuses <i>R. St-Cyr et R. Chassé</i>
13 h 50 à 14 h 10	D-2 : Tendances temporelles (1993-2007) des BPC et PBDE dans le foie du béluga ( <i>Delphinapterus leucas</i> ) de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec, Canada <i>M. Raach, M. Lebeuf et É. Pelletier</i>	E-2 : Impact de la pollution agricole sur le métabolisme et le transport des rétinoïdes chez les ouaouarons ( <i>Rana catesbeiana</i> ) du bassin de la rivière Yamaska <i>S. Filion, P. Speare et M. Boily</i>	F-2 : La gestion des risques technologiques et l'aménagement du territoire : exemple pour les gaz de pétrole liquéfiés (GPL) <i>R. Chassé et R. St-Cyr</i>
14 h 10 à 14 h 30	D-3 : Dynamique de transfert des contaminants entre la mère et son petit durant la lactation chez les phoques du Groenland ( <i>Phoca groenlandica</i> ) <i>H. Frouin, M. Lebeuf, M. Hammill et coll.</i>	E-3 : Métabolisme hépatique de l'acide rétinolique chez <i>Rana catesbeiana</i> : effets de la contamination agricole du bassin de la rivière Yamaska <i>J. Thibodeau, J. Paquin, C. Saison et coll.</i>	F-3 : La gestion des risques industriels majeurs au Québec et au Canada : démonstration d'une approche complète, intégrée et flexible <i>É. Clément</i>
14 h 30 à 14 h 50	D-4 : Relation entre la vitamine A et les PCBs durant la lactation chez le phoque gris ( <i>Halichoerus grypus</i> ) <i>M. Vanden Berghe, A. Matt, P. Pomeroy et coll.</i>	E-4 : Réponse transcriptionnelle et physiologique de la perchaude sauvage exposée aux métaux en milieu naturel <i>P. Couture, F. Pierron, P. G.C. Campbell et coll.</i>	F-4 : L'analyse des risques d'accidents industriels majeurs, son utilité et ses pièges <i>M. Ricard</i>
14 h 50 à 15 h 10		E-5 : Essais enzymatiques sur des sols contaminés par les métaux : quelle est l'influence des solutions tampons ? <i>I. Lessard, V. Bécaert, C. Bulle et coll.</i>	F-5 : Comparaison des modèles de devenir environnemental RBCA Tool Kit, RISC et ÉQPR (Santé Canada) pour le calcul de l'exposition et du risque associés à l'intrusion de vapeurs dans les bâtiments <i>C. Stephan, J. Gravière, M. François et coll.</i>

15 h 10 à 15 h 30

## PAUSE - SANTÉ

15 h 30 à 16 h 30

**ATELIER de DISCUSSION 1 :**  
Sources, transfert et effets des contaminants

**ATELIER de DISCUSSION 2 :**  
Analyse et gestion du risque et interventions

16 h 30 à 17 h 30

## SESSION D'AFFICHES

17 h 30 à 20 h 30

## COCKTAIL DÎNATOIRE



# Vendredi 29 mai

8 h 00 à 12 h 00 **INSCRIPTION**

8 h 15 à 10 h 15 **DÉJEUNER DES PARTICIPANTS AU COLLOQUE  
ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU CHAPITRE SAINT-LAURENT**

	<b>Effets des contaminants sur des espèces de différents niveaux trophiques</b> P. Couture (INRS-ETE)	<b>Biotraitement</b> Gaëlle Triffault-Bouchet (CEAEQ, MDDEP)
10 h 20 à 10 h 40	G-1 : Effet du tritium envers l'algue verte unicellulaire <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> C. Réty, R. Gilbin et E. Gomez	H-1 : Traitement d'eaux de ruissellement routier par un système combiné de marais épurateur construit suivi d'un lit filtrant B. Morteau, G. Triffault-Bouchet, R. Galvez et coll.
10 h 40 à 11 h 00	G-2 : Exposition au thallium chez le tête-de-boule : sources, transfert et effets D. Lapointe, S. Gentès, D. Ponton et coll	H-2 : Potentiel de rétention des fluorures par biotraitement A. Boulemant
11 h 00 à 11 h 20	G-3 : Évaluation <i>in vitro</i> de la toxicité des points quantique (CdS/CdTe) sur différentes espèces A. Bruneau, M. Fortier, F. Gagné et coll.	H-3 : Utilisation de plantes et de mycorhizes dans la biodégradation d'hydrocarbures aromatiques polycycliques dans un sédiment M. Hedhli, P. Giasson, A. Jaouich et coll.
		<b>Considération en évaluation des risques pour les terrains contaminés</b> Gaëlle Triffault-Bouchet (CEAEQ-MDDEP)
11 h 20 à 11 h 40	G-4 : Évaluation de l'écocompatibilité d'une méthode de restauration de lac eutrophe par essais de toxicité monospécifiques G. Soumis-Dugas, G. Triffault-Bouchet, L. Martel et coll.	I-1 : Estimation de la variabilité géographique des facteurs de caractérisation écotoxicologique et toxicologique attribuable à l'influence du type de sol C. Bulle, M. Margni et L. Deschênes
11 h 40 à 12 h 00	G-5 : Les traits bioécologiques de macroinvertébrés benthiques comme outils complémentaires en évaluation du risque écotoxicologique : le cas du fleuve Saint-Laurent M. Desrosiers, G. Méthot, B. Pinel-Alloul et coll.	I-2 : Outils statistique simple pour optimiser l'échantillonnage de terrains contaminés dans un contexte d'évaluation des risques pour la santé et l'environnement M. François et S. Loranger
12 h 00 à 13 h 30	<b>DÎNER</b>	
<b>CONFÉRENCES DE CLÔTURE</b>		
13 h 30 à 14 h 15	M. Philip A. Spear, Professeur-chercheur au Département des Sciences biologiques, Université du Québec à Montréal	
14 h 15 à 15 h 00	M. Jean-Paul Lacoursière, Ingénieur, Professeur associé au Département de Génie chimique, Université de Sherbrooke	
15 h 00 à 15 h 45	M. Daniel Cyr, Professeur-chercheur à l'INRS - Institut Armand Frappier	
<b>REMISES DES PRIX</b>		
15 h 45 à 16 h 05	Remise des prix VARIAN pour les meilleures présentations orales des étudiants Remise des prix pour les meilleures présentations par affiche des étudiants Remise des <i>Prix d'excellence</i> du Chapitre Saint-Laurent	
16 h 05 à 16 h 15	Mot du président du Chapitre, Stéphane Masson Clôture du 13 <sup>e</sup> Colloque, Daniel Cyr	

# Session d'affiches

- AF-1 Statut immunitaire chez deux espèces d'amphibiens, le ouaouaron (*Rana catesbeiana*) et le xénope (*Xenopus laevis*), exposées à des pesticides d'origine agricole  
S. Dussault, P. Brousseau, M. Fournier, M. Fortier et M. Boily
- AF-2 Impacts de l'agriculture sur les rétinoïdes et le stress oxydatif : comparaison des réponses entre le ouaouaron (*Rana catesbeiana*), la perchaude (*Perca flavescens*) et la barbotte (*Ictalurus nebulosus*)  
É. Gendreau-Berthiaume, P. Spear, D. Averill, P. Brodeur et M. Boily
- AF-3 Différenciation sexuelle et gamétogenèse des têtards du ouaouaron d'Amérique (*Rana catesbeiana*) dans le bassin versant de la rivière Yamaska  
M. Plouffe-Malette, M. Boily, P. Spear et P. Devine.
- AF-4 Impact de l'utilisation de semences traitées avec des insecticides du type néonicotinoïdes : développement de biomarqueurs moléculaires d'effet pour l'évaluation de l'exposition aux pesticides systémiques chez l'abeille (*Apis mellifera*)  
G. Beaunoyer, M. Chagnon, D. Rivest, C. DeBlois, M-C. Grenon, B. Sarrazin et M. Boily
- AF-5 Étude sur les effets des pesticides sur le système endocrinien, à partir de l'expression de l'aromatase *in vivo* chez les souris bioluminescentes et par l'entremise de la voie de signalisation du GSK-3B/B-Catenin chez les cellules cancéreuses de la prostate LNCaP  
P. Rivest et T. Sanderson
- AF-6 L'impact chez la poule, *Gallus domesticus*, des pesticides parathion et carbofurane : comparaison de la cinétique d'inhibition des cholinestérases  
S. Champagne-Paradis, Z. Hrivnakova, M. Vaillancourt, N. Hamoud, D.Allard et P-O. De Medeiros
- AF-7 Amélioration de la méthode d'analyse des métaux traces dans les tissus animaux par ICP-MS avec l'utilisation du système SC-FAST  
N. Dassylva, S. Roberge, A. Tremblay et H. Ferland
- AF-8 Détermination d'antidépresseurs et de métabolites dans les tissus biologiques par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS)  
A. Lajeunesse, C. Gagnon, F. Gagné, S. Louis, S. Sauvé et P. Čejka
- AF-9 Méthode d'analyse des métaux traces dissous par ICP-MS en condition propre  
S. Roberge, G. Guay, G. Labbé, A. Tremblay, N. Dassylva, S. Hébert et S. Cloutier
- AF-10 Exposition des pétoncles d'Islande (*Chlamys islandica*) à des nanoparticules d'argent  
M. Al-Sid-Cheikh, É. Pelletier et C. Rouleau
- AF-11 Comparaison *in vitro* de la toxicité des points quantiques (CdS/CdTe) du cadmium et du tellure chez la truite arc-en-ciel *Onchorynchus mykiss* et la moule bleue *Mytilus edulis*  
A. Bruneau, M. Fortier, F. Gagné, C. Gagnon, P. Turcotte, T. Davies, M. Auffre et M. Fournier
- AF-12 Le devenir des nanoparticules d'argent en milieu aqueux  
Q. Nguyen, P. Turcotte, S. Sauvé et C. Gagnon
- AF-13 Impact du Ca et des oligo-éléments dans la modulation de la prise en charge et de la toxicité du Cd chez le phytoplancton  
M. Lavoie, C. Fortin et P.G.C. Campbell
- AF-14 Écocompatibilité d'une technique de restauration vis-à-vis de la baie Missisquoi (lac Champlain). Résultats préliminaires  
C. Boillot, G. Triffault-Bouchet, G. Dugas, R. Galvez-Cloutier et L. Martel
- AF-15 Évaluation de toxkits commerciaux et comparaison avec des tests de toxicité standards  
É. Veilleux, C. Bastien, R. Lemire, R. Cardin, J. Dumas et J. Rossa
- AF-16 Effets de perturbateurs endocriniens sur l'efficacité photosynthétique d'algues et de cyanobactéries  
M-C. Perron, N. Boucher, F. Bellemare et P. Juneau

# Session d'affiches

AF-17 Effets immunotoxiques de polluants organiques persistants chez la truite commune (*Salmo trutta*) de Kerguelen

E. Farcy, A. Bruneau, P. Brousseau, M. Fortier, S. Chilmonczik, S. Betouille et M. Fournier

AF-18 Développement d'une unité méthodologique en modèle animal à l'aquarium du Québec

S. Masson et V. Brillant-Blais

AF-19 Modélisation des réglementations liées au stockage et au transport de matières dangereuses au Québec et au Canada

A. Khadraoui, N. de Marcellis-Warin, B. Aubert et I. Peignier

AF-20 Extending system boundaries to capture indirect effects on LCA – An extending example!

R. Michaud, P. Lesage, C. Belley, E. Clement, R. Samson, M. Margni

# Ateliers de discussion

Au terme de la première journée de conférences, deux ateliers de discussion auront lieu afin d'offrir aux participants une plate-forme d'échanges sur leurs préoccupations et les sujets qui auront été abordés en conférences. L'objectif de ces ateliers est d'identifier les besoins à court, moyen et long terme pour répondre aux problématiques émergentes qui auront été identifiées. Quels sont donc les besoins de connaissances fondamentales, quels sont les outils qu'il convient de développer pour :

- Mieux caractériser et comprendre les sources et les transferts des contaminants ?
- Évaluer les effets des contaminants ?
- Réaliser des analyses de risques et gérer les risques liés aux activités humaines ?

Les discussions qui auront eu lieu pendant ces ateliers seront rapportées par nos invités lors des conférences de clôture.

## **Prix d'excellence du Chapitre Saint-Laurent**

Pour une neuvième année, le Chapitre Saint-Laurent remettra deux prix de 2000 \$ à des étudiants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles œuvrant dans les champs d'intérêt du Chapitre Saint-Laurent. Un comité, sous la responsabilité de M. Yves de Lafontaine (Centre Saint-Laurent, Environnement Canada), a évalué les nombreux dossiers de candidature. Les gagnants et gagnantes de ces prix seront connus le vendredi 29 mai 2009, lors de la clôture du Colloque.

## **Prix étudiants**

À l'occasion du 13<sup>e</sup> Colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent, quatre prix en argent seront décernés pour les meilleures présentations faites par des étudiants. Le comité est sous la responsabilité de Lise Parent (Téluq, Université du Québec à Montréal). Les prix seront remis lors de la clôture du Colloque, le vendredi 29 mai 2009. Les quatre prix sont les suivants :

Prix VARIAN pour les meilleures présentations orales :

- 1<sup>er</sup> prix : 200 \$;
- 2<sup>e</sup> prix : 150 \$.

Meilleure présentation par affiche :

- 1<sup>er</sup> prix : 200 \$;
- 2<sup>e</sup> prix : 150 \$.

Les présentations inscrites à ce concours seront jugées sur la base des critères relatifs à la qualité scientifique, du contenu et à la qualité de la communication (méthode et style).

## Résumés des présentations orales

- Session A Source et transfert des contaminants en milieu aquatique
- Session B Contaminants d'intérêt émergent
- Session C Analyse du cycle de vie pour la gestion des terrains contaminés
- Session D Source et transfert des contaminants en milieu aquatique
- Session E Effets des contaminants sur les fonctions physiologiques
- Session F Analyse et gestion du risque et interventions : technologie et risque
- Session G Effets des contaminants sur des espèces de différents niveaux trophiques
- Session H Biotraitement
- Session I Considération en évaluation des risques pour les terrains contaminés

## A-1

K. K. Mueller<sup>1</sup>, P. G.C. Campbell<sup>1</sup> et C. Fortin<sup>1</sup>

### LA MODÉLISATION ET LA MESURE DE CD, NI ET ZN LIBRES DANS DES EAUX DOUCES NATURELLES

La présence des métaux dans l'environnement devient préoccupante lorsque leurs concentrations élevées dans la chaîne trophique engendrent des effets toxiques. La biodisponibilité de ces métaux varie en fonction de leur spéciation, plus particulièrement en fonction de la concentration de l'ion libre ( $[M^{2+}]$ ). Des modèles d'équilibres chimiques permettent de prédire  $[M^{2+}]$  dans des échantillons d'eaux naturelles à partir de la mesure des paramètres courants de qualité de l'eau. Dans cette étude, nous avons testé les prédictions faites par le modèle WHAM (Windemere Humic Aqueous Model), en les comparant aux mesures expérimentales de métaux libres.

Huit lacs situés dans les régions de Rouyn-Noranda (Québec) et de Sudbury (Ontario), affectées par l'activité minière et des fonderies, ont été sélectionnés selon une gamme de qualité d'eau. Les paramètres de qualité de l'eau et les concentrations totales en Cd, Ni et Zn dissous ont été mesurés dans des échantillons d'eau de surface prélevés par diffusion *in situ*. Dans ces mêmes échantillons  $[Cd^{2+}]$ ,  $[Ni^{2+}]$  et  $[Zn^{2+}]$  ont été mesurées avec la méthode d'échange ionique (IET) et calculées avec le modèle WHAM v6.1.

Dans sept des huit lacs, la proportion de Cd et Zn libre mesurée se trouve à l'intérieur de l'intervalle prédit par WHAM, alors que pour le Ni, dans tous les lacs, le modèle WHAM surestime systématiquement la proportion de Ni libre. Nous proposons que les écarts entre les proportions mesurées de métal libre et celles prédites soient dus à la façon dont le modèle WHAM tient compte de la complexation des métaux par la matière organique dissoute.

1 Institut National de la Recherche Scientifique – Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, 490 rue de la Couronne, Québec, QC, Canada, G1K 9A9.

## A-2

R-M. Couture<sup>1</sup>, B. Shafiq<sup>2</sup>, P. Van Cappellen<sup>2</sup>, C. Gobeil<sup>1</sup> et A. Tessier<sup>1</sup>

### REMOBILISATION DE L'ARSENIC DANS LES SÉDIMENTS D'UN LAC OXYGÉNÉ EN PERMANENCE

L'arsenic (As) étant un métalloïde toxique, il est important de bien connaître son comportement en milieu aquatique et d'être en mesure de prédire comment sa mobilité sera influencée par des changements environnementaux. Dans ce travail, nous avons d'abord obtenu un jeu de données pour les sédiments (As, Fe, S,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  et carbone organique) et l'eau interstitielle (As, Fe,  $\text{SO}_4$ ,  $\Sigma\text{S}^{-\text{II}}$  et pH) d'un lac du Bouclier canadien dont l'hypolimnion est oxygéné en permanence. Nous avons ensuite développé un modèle transport-réaction qui comprend les réactions biogéochimiques couplées des cycles du carbone, de l'oxygène, du fer, du soufre et de l'As. Le lac choisi a subi des variations dans le dépôt atmosphérique de l'As et du sulfate ( $\text{SO}_4$ ) au cours du 20<sup>e</sup> siècle dont on a explicitement tenu compte dans le modèle.

Le modèle a d'abord été utilisé pour interpréter les profils des différents paramètres mesurés dans l'eau interstitielle et les sédiments. Les résultats de cette modélisation indiquent que l'As est redistribué entre les oxyhydroxides de Fe ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) et les sulfures de Fe (FeS) dans les sédiments; ils dévoilent que: i) 70 % de l'arsenic déposé aux sédiments est remobilisé vers l'hypolimnion, ii) ~20% est maintenu captif dans la boucle rédox associée au recyclage de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  et iii) ~10% est ultimement enfoui avec FeS. Finalement, le modèle a aussi été utilisé pour prédire le comportement de l'As suite à d'éventuels changements dans la géochimie du lac. Cet exercice révèle que la remobilisation de l'As est principalement influencée par la productivité du lac et par le taux de réduction de  $\text{SO}_4$ . L'étude détaillée des flux d'As dans les sédiments indique que FeS contrôle la capacité des sédiments à séquestrer As.

1 Institut National de la recherche scientifique – Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, Québec, QC, G1K 9A9, Canada.

2 School of Earth and Atmospheric Sciences, Georgia Institute of Technology, Atlanta (GA) 30332-0340, USA.

### A-3

J. Bernier<sup>1</sup>, C. Fortin<sup>1</sup> et P.G.C. Campbell<sup>1</sup>

#### ÉVOLUTION DE LA DISTRIBUTION INTRACELLULAIRE DU CADMIUM ET DU NICKEL CHEZ UNE ALGUE PHYTOPLANCTONIQUE CULTIVÉE EN CHEMOSTAT

Il est bien connu que la distribution intracellulaire des métaux chez les algues phytoplanctoniques influence leur transfert trophique vers les consommateurs primaires. Cependant, il est possible que la distribution intracellulaire des métaux accumulés chez les algues phytoplanctoniques change avec le temps en raison de l'induction de mécanismes de détoxification, modifiant du même coup le potentiel de transfert trophique des métaux.

Notre objectif est de déterminer de quelle façon la distribution intracellulaire du Cd et du Ni chez des cellules phytoplanctoniques change en fonction du temps d'exposition. L'espèce algale utilisée est l'algue verte unicellulaire *Chlamydomonas reinhardtii*. Les cellules algales ont été cultivées et exposées aux métaux dans des cultures en continue (chemostat). Elles ont été exposées à des concentrations sublétales en ions libres de  $10^{-7}$  M pour le  $\text{Ni}^{2+}$  et de  $10^{-9}$  M pour le  $\text{Cd}^{2+}$  pendant 15 jours. Les concentrations en  $\text{Ni}^{2+}$  et en  $\text{Cd}^{2+}$  ont été mesurées dans les cultures en continue en utilisant une technique d'échange ionique (IET). La distribution intracellulaire des métaux chez les algues a été mesurée aux jours un, trois, cinq, sept et quinze par fractionnement subcellulaire.

Les résultats de distribution intracellulaire montrent, autant pour le Ni que pour le Cd, une diminution significative de la fraction des métaux présents dans les organites entre les jours 7 et 15 associée à une augmentation concomitante de la fraction des métaux présents dans les protéines thermostables (ex. : phytochélatines). Ce résultat est vraisemblablement causé par l'induction de mécanismes de détoxification chez les algues en raison de leur acclimatation aux conditions d'exposition.

1 Institut National de la recherche scientifique – Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, Québec, QC, G1K 9A9, Canada.

### B-1

D. Berryman<sup>1</sup>, J. Beaudoin<sup>1</sup>, S. Cloutier<sup>1</sup>, D. Laliberté<sup>1</sup> et H. Tremblay<sup>1</sup>

#### LE SUIVI DES CONTAMINANTS ÉMERGENTS PAR LE MDDEP : L'EXEMPLE DES POLYBROMODIPHÉNYLS ÉTHERS (PBDE).

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a commencé à suivre certains contaminants émergents dans les cours d'eau du Québec méridional dès le début des années 2000. Des suivis ont été réalisés pour les nonylphénols éthoxylés, les polybromodiphényls éthers (PBDE), les substances perfluorées (PFOA, PFOS, etc.), le bisphénol-A, certaines hormones et plusieurs médicaments. Selon les substances et les situations, les suivis ont été réalisés dans les eaux de surface ou dans l'eau potable. Basé principalement sur les résultats obtenus pour les PBDE, l'exposé mettra en évidence les défis que présente le suivi des contaminants émergents dans les eaux de surface et permettra d'illustrer les suites que peuvent avoir ces suivis, selon les substances en cause.

1 Ministère du développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec.



## B-2

P. Turcotte<sup>1</sup>, F. Simoes Gonçalves<sup>1,2</sup>, S. Sauvé<sup>2</sup> et C. Gagnon<sup>1</sup>

### ÉTUDE DU COMPORTEMENT DE POINTS QUANTIQUES (CdTe) DANS DIVERSES MATRICES AQUEUSES

Les nanomatériaux sont de plus en plus présents dans notre quotidien. Que ce soit dans les pigments de peinture, dans les tissus, dans les circuits électroniques et dans les panneaux solaires, leurs utilisations sont appelées à croître. Cela peut nous porter à croire que leur présence dans l'environnement ira aussi en augmentant, alors que bien peu est connu sur leurs potentiels impacts environnementaux. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés au comportement des points quantiques de cadmium tellure (QD CdTe) dans des matrices aqueuses. Ceux-ci sont utilisés entre-autre dans l'industrie électronique et dans la confection de panneau solaire. Nous avons émis comme hypothèse que ces matériaux pouvaient soit flocculer ou bien se fragmenter au contact de diverses matrices aqueuses. Pour vérifier ces hypothèses, nous avons évalué la distribution de tailles des QD CdTe dans diverses matrices telles : eau Milli-Q, eau naturelle et eau usée municipale à dilution 1:3. Ces solutions ont été soumises à une série de filtrations en cascade sur des membranes de porosités 0,45µm, de 0,1µm, de 0,05µm et de 0,025µm ainsi qu'une série d'ultrafiltration sur des membranes de 100 KDa, de 30 KDa, de 10 KDa et de 1 KDa. La détection a été réalisée par spectrométrie d'émission au plasma d'argon (ICP-ES). Nos résultats montrent que le comportement des QD CdTe en solution est fortement influencé par la matrice. Dans l'eau milli-Q, les QD CdTe n'ont pas tendance à flocculer ni à se fragmenter. Cependant dans les solutions préparées avec l'eau naturelle et avec le mélange eau naturelle/eau usée, la flocculation et la fragmentation des QD CdTe sont observées. Nos résultats permettent de mieux comprendre la dynamique de ces nouveaux contaminants dans le milieu aquatique.

1 Environnement Canada, Recherche sur les écosystèmes fluviaux, 105 rue McGill, Montréal, Qc. H2Y 2E7.

2 Dép. Chimie, Université de Montréal.

## B-3

C. Boillot<sup>1</sup>, C. Bazin<sup>2</sup>, F. Tissot-Guerraz<sup>3</sup>, J. Droguet<sup>4</sup>, M. Perraud<sup>5</sup>, J.C. Cetre<sup>6</sup>, D. Trepo<sup>7</sup> et Y. Perrodin<sup>8</sup>

### ÉVALUATION DES RISQUES ÉCOTOXICOLOGIQUES LIÉS AUX REJETS D'EFFLUENTS HOSPITALIERS : ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES DE LA CARACTÉRISATION DES EFFETS

Les hôpitaux génèrent des volumes importants d'effluents qui contiennent des substances spécifiques (substances médicamenteuses, réactifs chimiques, désinfectants, détergents, ...) et sont susceptibles de disséminer des pathogènes. Ces effluents sont généralement évacués dans les réseaux urbains, au même titre que des eaux usées domestiques.

Depuis quelques années des méthodes d'évaluation des risques ont été développées dans différents domaines tels que la mise sur le marché de nouvelles substances (ECB, 2003), la gestion des sites pollués et des déchets (ADEME, 2002; CEAEQ, 1998; US EPA, 1998). Toutefois, très peu d'outils existent pour évaluer les risques écotoxicologiques (EDREcotox) liés à des scénarios spécifiques tels que les effluents hospitaliers.

L'objectif de ce travail vise à contribuer à l'amélioration des méthodologies de caractérisation des effets des EDREcotox, à la fois d'un point de vue général, et pour le scénario étudié : « Rejet d'effluents hospitaliers dans le réseau d'eaux usées en direction de la station d'épuration puis du cours d'eau ».

Nos travaux, basés sur l'étude d'un cas concret de rejet d'effluents hospitaliers d'une grande ville française, ont permis de proposer une méthodologie de caractérisation des effets adaptée à ce scénario. D'un point de vue général, pour chaque nouveau type de scénario étudié, nous préconisons une première étape reposant sur une approche intégrée de caractérisation des effets écotoxicologiques (utilisation en parallèle des approches substances, substances avec effets combinés, bioessais mono-spécifiques et pluri-spécifiques) devant être réalisée sur plusieurs sites similaires. Cette étape préliminaire permet de sélectionner l'approche de caractérisation des effets la plus pertinente pour ce scénario.

1 Université de Lyon, École Nationale des Travaux Publics de l'État, Laboratoire des Sciences de l'Environnement, Vaulx-en-Velin, France.

2 Insavalor - Division Polden, Villeurbanne, France.

3 Université de Lyon, Laboratoire d'Hygiène et Santé Publique - Hospices Civils de Lyon, France.

4 Direction des affaires techniques, Hospices Civils de Lyon, France.

5 Université de Lyon, Laboratoire Biologie Sécurité et Environnement. Hospices Civils de Lyon, France.

6 Université de Lyon, Unité d'Hygiène et d'Épidémiologie - Hospices Civils de Lyon, France.

7 Université de Lyon, Fédération de Biochimie et Département Pédagogique de Santé Publique, ISPB, Faculté de Pharmacie Rockefeller - Hospices Civils de Lyon, France.

## C-1

M. Ditor<sup>1</sup>, C. Bulle<sup>1</sup>, R. Rosenbaum<sup>1</sup>, R. Samson<sup>1</sup> et L. Deschênes<sup>1</sup>

### **INTÉGRATION DE L'ÉVALUATION DE RISQUE ÉCOTOXICOLOGIQUE (ÉRÉ) EN ÉVALUATION DE L'IMPACT DU CYCLE DE VIE (ÉICV) : CAS DE LA RÉHABILITATION D'UN SITE CONTAMINÉ**

Bien que l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) soit utile pour évaluer la réhabilitation des sites contaminés en permettant d'évaluer les impacts secondaires des procédés de réhabilitation, l'évaluation des impacts primaires associés au site est problématique à cause de la nature générique des modèles ÉICV. L'intégration de résultats d'ÉRÉ, spécifiques au site étudié, permet donc d'augmenter la pertinence de ce type d'ACV.

Un site contaminé industriel situé sur un bras de l'océan Pacifique sert ici d'étude de cas. On dispose d'une ÉRÉ sur les sédiments contaminés et de données spécifiques au site. Ces données ont servi pour développer un bilan de masse local et déterminer les émissions du site vers une zone locale correspondant au bras d'océan qui a été ajoutée au modèle d'ÉICV Impact 2002.

Le bilan de masse tient compte du débit dans l'estuaire au niveau du site, des marées, de la dégradation et de la diffusion pour modéliser l'évolution de la concentration des contaminants avec le temps dans les sédiments et la colonne d'eau. Ces profils de concentration permettent de déterminer l'impact au niveau du site ainsi que la quantité de contaminants transférée vers le bras d'océan. Ensuite, la paramétrisation appropriée du modèle EICV permet l'évaluation de l'impact des contaminants dans le bras d'océan et à l'échelle globale.

Une ACV comparant différentes options de réhabilitation du site étudié a été réalisée afin de voir dans quelle mesure l'intégration de l'ÉRÉ et des données spécifiques au site modifie les conclusions obtenues à l'aide d'une méthode d'ÉICV générique.

1 CIRAIG, Département de Génie Chimique, École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, succ Centre-ville, Montréal, Qc, H3C 3A7.

## C-2

R. Saad<sup>1</sup>, M. Margni<sup>1</sup>, R. Rosenbaum<sup>1</sup> et L. Deschênes<sup>1</sup>

### **L'UTILISATION DES TERRES EN ACV : DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE D'IMPACT AXÉE SUR LA QUALITÉ ÉCOLOGIQUE DU SOL**

L'utilisation durable des terres requiert une prise de décision éclairée et justifiée au moyen d'une méthode d'évaluation des impacts environnementaux, telle que l'Analyse du Cycle de Vie. Toutefois, la contribution de tels impacts ne sont pas comptabilisés adéquatement par les méthodes d'évaluation actuelles. Ces dernières tendent à être sélectives au niveau des voies d'impact à modéliser ou sont restreintes par la couverture spatiale. Cette présentation propose le développement d'un cadre méthodologique permettant de quantifier les impacts associés à l'utilisation des terres axé sur les services fournis par l'écosystème naturel. Ce cadre présente ainsi une série d'indicateurs quantitatifs et spatialisés basés sur le concept de la qualité écologique du sol et son caractère multifonctionnel. Plus particulièrement, les effets induits sont mesurés à l'aide d'indicateurs relatifs à la capacité du sol à fournir une série de services de support et de régulation au sein de l'écosystème global et qui sont : la résistance à l'érosion, la filtration physico-chimique ainsi que la régénération de l'eau souterraine. Par ailleurs, la méthode se concentre d'avantage sur la caractérisation des impacts et leur différenciation sur le plan biogéographique notamment, en définissant des typologies d'utilisation du sol à évaluer dans des régions présentant des caractéristiques écologiques similaires, tels que les « Holdridge Life Zones ». Cette étape permet non seulement de faire face à la variabilité spatiale entre les données mais considère aussi le type d'utilisation du sol, l'état et la sensibilité de l'écosystème. Ainsi, une analyse de la variabilité des impacts à l'échelle régionale devient possible.

1 CIRAIG, Département de Génie Chimique, P.O. Box 6079, École Polytechnique de Montréal (Qc), Canada H3C 3A7.

### C-3

G. Plouffe<sup>1</sup>, C. Bulle<sup>1</sup>, R. Samson<sup>1</sup> et L. Deschênes<sup>1</sup>

#### COMMENT INTRODUIRE UNE QUESTION AUSSI LOCALE QUE LA SPÉCIATION DES MÉTAUX DANS LES SOLS DANS UNE MÉTHODE AUSSI GLOBALE QUE L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE ?

Actuellement, les impacts écotoxicologiques des métaux dominant souvent les résultats des analyses du cycle de vie (ACV). Ceci ne reflète pas nécessairement une toxicité réelle mais plutôt l'utilisation de modèles inappropriés : ces derniers ont été développés pour des composés organiques dont les propriétés diffèrent trop de celles des métaux pour permettre une généralisation. En effet, les métaux ne sont pas biodégradables, peuvent être essentiels à la vie et surtout, se répartissent sous plusieurs espèces selon les caractéristiques physicochimiques du milieu où ils se trouvent. Cette spéciation gouverne leurs biodisponibilité et toxicité et devrait être considérée pour améliorer la modélisation.

Des modèles permettent présentement de déterminer le comportement des métaux dans les sols en fonction de leur spéciation. Ils pourraient sembler une option attrayante pour combler les lacunes de l'ACV. Cependant ils requièrent généralement des informations détaillées sur les conditions locales (pH, minéralogie, teneur en matière organique, etc.) ce qui est incompatible avec le contexte générique de l'ACV : il est impossible de connaître les conditions locales de chaque lieu d'émission d'un métal au cours du cycle de vie d'un produit.

Il s'avère donc nécessaire de définir une échelle de régionalisation suffisamment précise pour considérer les particularités locales influençant le devenir des métaux dans les sols et suffisamment large pour s'appliquer à une méthode globale comme l'ACV. L'influence des conditions physicochimiques du sol sur le devenir des métaux est abordée dans cette étude par l'utilisation d'archétypes de sols et par l'évaluation de la variabilité spatiale du devenir des métaux.

1 CIRAIQ, Département de Génie Chimique, École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, succ Centre-ville, Montréal, Qc, H3C 3A7.

### D-1

H. Frouin<sup>1,2</sup>, M. Lebeuf<sup>2</sup>, M. Hammill<sup>2</sup> et M. Fournier<sup>1</sup>

#### PBDE DANS LE SANG ET LE GRAS DE NOUVEAU-NÉS CHEZ TROIS ESPÈCES DE PHOQUES CAPTURÉS DANS L'ESTUAIRE ET LE GOLFE DU SAINT-LAURENT

La présence de xénobiotiques chez les mammifères marins a souvent été identifiée comme un facteur important dans la sévérité des épizooties de ces dernières années. Les phoques en tant que prédateurs supérieurs accumulent de hauts niveaux de polluants persistants dans leurs tissus. Cependant, on connaît peu de choses sur les niveaux des composés ignifugeants bromés dans les tissus chez les phoques nouveau-nés de l'est du Canada. Dans la présente étude, les niveaux de polybromodiphényles éthers (PBDE) furent analysés dans le gras et le sang de 24 nouveau-nés. Des phoques communs (*Phoca vitulina*), gris (*Halichoerus grypus*) et du Groenland (*Phoca groenlandica*) furent échantillonnés dans l'estuaire et le golfe du St.-Laurent. Les résultats indiquent que les phoques communs capturés dans l'Estuaire ( $539.6 \pm 61.0$  ng/g sur une base lipidique) sont plus contaminés que les espèces capturées dans le Golfe, tels que les phoques communs ( $96.8 \pm 16.3$  ng/g), les phoques gris ( $70.8 \pm 8.0$  ng/g) et les phoques du Groenland ( $22.0 \pm 3.4$  ng/g). La composition des PBDE diffère entre les tissus, les congénères les plus bromés étant retrouvés en plus grandes quantités dans le sérum comparativement au gras, ce qui pourrait être expliqué par des différences d'affinités avec les lipides contenus dans ces matrices. Les résultats de cette étude indiquent que parmi les facteurs examinés, l'apport fluvial en PBDE et la diète sont les principaux facteurs permettant d'expliquer les variations inter-espèces dans la contamination au PBDE chez les nouveau-nés des phoques de l'est du Canada.

1 INRS-Institut Armand-Frappier, Laval, QC, Canada.  
2 Institut Maurice Lamontagne, MPO.

## D-2

M. Raach<sup>1</sup>, M. Lebeuf<sup>2</sup> et É. Pelletier<sup>1</sup>

### TENDANCES TEMPORELLES (1993-2007) DES BPC ET PBDE DANS LE FOIE DU BÉLUGA (*DELPHINAPTERUS LEUCAS*) DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT, QUÉBEC, CANADA

L'évaluation de la contamination par les polluants organiques persistants (POPs) chez les mammifères marins est communément réalisée en ciblant le gras. Cependant, d'autres tissus tel que le foie, accumulent les POPs.

La présente étude rapporte les premiers résultats sur les tendances temporelles de la contamination du foie du béluga du St. Laurent par certains POPs. Deux classes de composés ont été sélectionnées dans ce travail, les BPC et les PBDE. Les plus récentes études montrent que les BPC diminuent dans le gras des bélugas alors que les PBDE augmentent.

Parmi les composés recherchés, sept congénères de PBDE et 32 congénères de BPC ont été dosés dans le foie de 65 carcasses de bélugas échouées sur les rives du Saint-Laurent entre 1993 et 2007. Les concentrations hépatiques de la somme des PBDE ne montrent aucune tendance temporelle chez les deux sexes. Cependant, certains congénères de PBDE ont montré un changement temporel par rapport à la somme des PBDE. Ainsi, les BDE-99 et BDE-154 ont diminué durant la période 1993-2007 alors que le BDE-47 a augmenté chez les mâles et qu'aucune tendance temporelle n'a été détectée chez les femelles. Pour les BPC, aucun changement temporel n'a été observé dans le tissu hépatique chez les deux sexes au cours de la même période. La comparaison des tendances temporelles des BPC et PBDE dans le foie avec celles dans le gras chez les mêmes individus révèle les mêmes tendances sauf dans le cas des PBDE chez les mâles

- 1 ISMER-UQAR, 310 allée des Ursulines, Rimouski, QC, G5L 3A1, Canada.
- 2 Institut Maurice-Lamontagne, Pêches et Océans Canada, C.P. 1000, Mont-Joli, QC, G5H 3Z4, Canada.

## D-3

H. Frouin<sup>1,2</sup>, M. Lebeuf<sup>2</sup>, M. Hammill<sup>2</sup> et M. Fournier<sup>1</sup>

### DYNAMIQUE DE TRANSFERT DES CONTAMINANTS ENTRE LA MÈRE ET SON PETIT DURANT LA LACTATION CHEZ LES PHOQUES DU GROENLAND (*PHOCA GROENLANDICA*)

Durant la lactation, de nombreux polluants organiques persistants (POP) tels que les polybromodiphényles éthers (PBDE), les biphényles polychlorés (BPC) et certains pesticides sont transférés de la mère à son petit chez les phoques du Groenland (*Phoca groenlandica*). Notre étude vise à mesurer ce transfert dans différents tissus chez la mère (gras, sang et lait) et son petit (gras et sang). Sept couples mères-petits furent capturés de 1 à 2 fois au cours de la période de lactation près des Iles de la Madeleine, Canada. Chez les femelles lactantes, les composés les plus chlorés ou bromés sont transférés moins efficacement dans le lait que les composés plus faiblement substitués. Chez les mères, les concentrations de contaminants sont plus faibles dans le sang comparativement au gras. Les concentrations des composés les plus substitués sont plus faibles dans le gras des jeunes que dans celui de leurs mères. Durant la lactation, les charges de PBDE, BPC et HCB augmentent dans le lait et le gras corporel total chez les jeunes tandis qu'elles diminuent dans le gras corporel total des mères.

- 1 INRS-Institut Armand-Frappier, Laval, QC, Canada.
- 2 Institut Maurice Lamontagne, MPO.

#### D-4

M. Vanden Berghe<sup>1</sup>, A. Matt<sup>1</sup>, P. Pomeroy<sup>2</sup>, A. Arriola<sup>2</sup>, S. Polain<sup>3</sup>, V. Stekke<sup>3</sup>, J.-P. Thomé<sup>3</sup>, F. Gaspart<sup>4</sup>, Y. Larondelle<sup>1</sup> et C. Debier<sup>1</sup>

#### RELATIONS ENTRE LA VITAMINE A ET LES PCBs DURANT LA LACTATION CHEZ LE PHOQUE GRIS (*HALICHOERUS GRYPUS*)

Un curieux parallélisme entre les PCBs et la vitamine A dans le lait de phoque gris (*Halichoerus grypus*) avait été mis en évidence au cours d'une étude précédente (Debier et al. 2004). Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à comprendre l'origine de ce parallélisme en comparant les dynamiques de la vitamine A et des PCBs dans les différents compartiments de transfert (lard maternel, sérum maternel, lait et sérum du petit). Plusieurs couples mère-petit ont été échantillonnés en Ecosse (île de May et de Rona) pendant l'hiver 2006. Les concentrations en vitamine A et PCBs restent constantes dans la couche de lard externe alors que dans la couche interne elles subissent une augmentation significative en fin de lactation. Une augmentation similaire en vitamine A et PCBs est également observée dans le lait de fin d'allaitement. Par conséquent, nous observons un accroissement des concentrations dans le sérum des petits suite à l'ingestion de lait. Les dynamiques similaires de ces deux composés dans le lard interne et dans le lait suggèrent des mécanismes communs de mobilisation à partir des réserves maternelles et de transfert dans le lait.

- 1 Institut des Sciences de la Vie, Unité de biochimie de la nutrition, Université catholique de Louvain, Croix du Sud 2/8, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgium.
- 2 Sea Mammal Research Unit, University of St Andrews, St Andrews, Fife KY16 9AJ, Scotland.
- 3 Laboratoire d'écologie animale et d'écotoxicologie, Université de Liège, Allée du 6 Août, 15, 4000 Sart-Tilman, Liège, Belgium.
- 4 Unité d'économie rurale, Université catholique de Louvain, Croix du Sud 2/15, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgium.

#### E-1

E. Doussantousse, L. Beaulieu, L.-C. Rainville, C. Belzile, et E. Pelletier

#### LA RÉSISTANCE CELLULAIRE AUX XÉNOBIOTIQUES (MXR) DANS LES CŒLOMOCYTES D'ÉCHINODERMES DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT : POSSIBILITÉ D'INTERACTION ENTRE CONTAMINANTS

La résistance aux xénobiotiques (MultiXenobiotic Resistance, MXR) est le produit de l'activité de pompes protéiques qui expulsent de nombreux contaminants hors des cellules. Son importance en tant que première ligne de défense chez les organismes marins en fait un sujet qui attire de plus en plus l'intérêt des chercheurs en écotoxicologie. Par contre, l'activité de la MXR n'a pas encore été démontrée chez les producteurs primaires du milieu marin, malgré leur importance pour l'écosystème. Cette étude cherche à démontrer la présence d'une activité de type MXR chez trois espèces de microalgues marines (*Tetraselmis suecica*, *Isochrysis galbana* et *Prorocentrum cf micans*). De façon à détecter l'activité des protéines de MXR, l'effet d'inhibiteurs connus de la MXR (Vérapamil, Cyclosporine A et Mk571) sur l'accumulation intracellulaire de substrats fluorescents (Rhodamine B et Calcéine-AM) a été mesuré par cytométrie en flux. Une augmentation de l'accumulation de Rhodamine B en présence des trois inhibiteurs utilisés a été observée chez *I. galbana*. Des effets comparables sur l'accumulation de Rhodamine B et de Calcéine-AM ont aussi été observés chez *T. suecica*. Les expériences sur *P. micans* sont en cours. L'utilisation des différents inhibiteurs et substrats a permis d'établir la présence de certains sous-types de protéines de MXR. Ainsi, la présence de la glycoprotéine-P et de MDR1 chez *T. suecica* et de la glycoprotéine-P chez *I. galbana* a été démontrée. Cette preuve de la présence de l'activité MXR chez des producteurs primaires marins permettra de mieux prévoir les effets de contaminants inhibant la MXR. De tels inhibiteurs étant de plus en plus présents dans l'environnement l'évaluation de leur impact est primordiale. Leur capacité à agir en tant que chimiosensibilisateurs et le fait que certains d'entre eux sont considérés comme non toxiques rendent nécessaires une meilleure connaissance de la MXR de façon à mieux comprendre les interactions pouvant impliquer ces contaminants émergents.

- 1 Institut des sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec À Rimouski, Rimouski G5L 3A1, Qc
- 2 Centre technologique des produits aquatiques, Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, Gaspé G4X 2V6, Qc
- 3 Département de biologie, chimie, géographie, Université du Québec À Rimouski, Rimouski G5L 3A1, Qc.

## E-2

S. Filion<sup>1,2</sup>, P. Spear<sup>1,2</sup> et M. Boily<sup>1,2</sup>

### **IMPACT DE LA POLLUTION AGRICOLE SUR LE MÉTABOLISME ET LE TRANSPORT DES RÉTINOÏDES CHEZ LES OUAOUARONS (*RANA CATESBEIANA*) DU BASSIN DE LA RIVIÈRE YAMASKA**

Les contaminants d'origine agricole peuvent altérer le métabolisme des rétinoïdes chez les grenouilles. C'est du moins ce que révèle l'étude des ouaouarons dans le bassin de la rivière Yamaska: baisse du rétinol plasmatique et du ratio palmitate de rétinol/rétinol dans le foie des ouaouarons mâles associés à des sites où l'activité agricole est intensive. Le présent projet vise à poursuivre les analyses des rétinoïdes hépatiques et plasmatiques chez les ouaouarons mâles et pour la première fois, chez les femelles de cette espèce. Les ouaouarons ont été échantillonnés pendant les étés 2007 et 2008 dans six sites suivant un gradient d'intensité agricole. Les concentrations hépatiques et plasmatiques de rétinoïdes ont été déterminées en chromatographie liquide à haute performance (HPLC). Chez les ouaouarons provenant du site où l'activité agricole est intensive, les résultats indiquent toujours une baisse des concentrations de rétinol dans le plasma alors que les niveaux de rétinoïdes emmagasinés dans le foie ne semblent pas affectés. Ces résultats nous amènent à considérer une altération de la mobilisation des rétinoïdes hépatiques vers les tissus cibles par le biais de la circulation sanguine. Le rétinol est transporté dans le sang par un complexe incluant la protéine de liaison au rétinol (RBP) et la transthyrétine (TTR). Il est donc possible que le problème de mobilisation des rétinoïdes soit dû à une altération du métabolisme de la RBP ou de la TTR. Des analyses de RT-PCR sont en cours afin d'évaluer le niveau de synthèse hépatique de ces deux protéines.

1 Département des sciences biologiques, UQAM.  
2 Centre TOXEN/CIRÉ.

## E-3

J. Thibodeau<sup>1,2</sup>, J. Paquin<sup>2,3</sup>, C. Saison<sup>1</sup>, P. Spear<sup>1,2</sup> et M. Boily<sup>1,2</sup>

### **MÉTABOLISME HÉPATIQUE DE L'ACIDE RÉTINOÏQUE CHEZ *RANA CATESBEIANA* : EFFETS DE LA CONTAMINATION AGRICOLE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE YAMASKA**

Les rétinoïdes sont des molécules endogènes essentielles à un grand nombre de processus physiologiques d'importance, et parmi ces molécules, l'acide rétinoïque (AR) joue un rôle crucial au moment de la morphogénèse. Le métabolisme de l'AR est finement régulé étant donné la forte activité nucléaire de la molécule. Un léger déséquilibre (excès ou carence) peut entraîner d'importantes conséquences sur le développement embryonnaire, la viabilité et la survie des organismes dans l'écosystème. La conversion de l'AR en ses métabolites, grâce à des enzymes du CYP450, est un moyen de réguler les niveaux de ce morphogène. L'objectif du présent projet est de comparer le métabolisme hépatique de l'AR chez les ouaouarons du bassin de la Yamaska. Durant l'été 2007, les animaux ont été échantillonnés dans six sites, selon un gradient de contamination agricole. L'activité enzymatique CYP450 a été partiellement caractérisée à partir de microsomes isolés du foie. Les métabolites formés ont été extraits puis quantifiés par chromatographie liquide à haute performance (HPLC). Les résultats préliminaires indiquent que la métabolisation hépatique de l'AR est plus élevée dans les sites les plus contaminés, suggérant que les quantités d'AR actif pourrait être en deçà des réels besoins cellulaires. Dans le but de mieux connaître les bases moléculaires de l'effet de contaminants sur le métabolisme et l'action de l'AR, les mêmes analyses seront effectuées avec des cellules P19 dont la différenciation est dépendante de l'AR.

1 Département des sciences biologiques, UQAM.  
2 Centre TOXEN/CIRÉ.  
3 Département de chimie, UQAM.

#### E-4

P. Couture<sup>1</sup>, F. Pierron<sup>1</sup>, P.G.C. Campbell<sup>1</sup> et L. Bernatchez<sup>2</sup>

#### RÉPONSE TRANSCRIPTIONNELLE ET PHYSIOLOGIQUE DE LA PERCHAUDE SAUVAGE EXPOSÉE AUX MÉTAUX EN MILIEU NATUREL

L'écotoxicogénomique est un nouveau domaine de recherche qui utilise des technologies de pointe de la biologie moléculaire pour étudier les effets de contaminants sur la faune et la flore en milieu naturel. Cette étude examine l'expression de cinq gènes reliés à la détoxification des métaux (méthallothionéine, *mts*), à la protection de l'intégrité protéique (heat shock protein-70, *hsp-70*) à la croissance (insulin-like growth factor, *igf-1*), au métabolisme aérobie (cytochrome C oxydase, *cco-1*) et à la protection contre le stress oxydatif (Cu/Zn superoxide dismutase, *sod-1*) dans le muscle et le foie de perchaudes capturées le long de deux gradients polymétalliques (Sudbury ON et Rouyn-Noranda QC). Notre approche implique aussi la comparaison de l'expression génique avec des indicateurs biométriques (indice d'embonpoint) et physiologiques (activité de la cytochrome C oxydase, CCO) et avec les concentrations hépatiques de Cd, Cu et Ni. Une augmentation de Cd hépatique était associée à une diminution de l'expression des gènes *cco-1* et *sod-1* alors qu'une accumulation de Cu était plutôt associée à une diminution de l'activité de la CCO et à une augmentation de l'expression des gènes *cco-1*, *mts* et *hsp-70*. Le Ni, quant à lui, n'était pas corrélé à des changements des taux de transcription, mais une augmentation hépatique de Ni était positivement corrélée avec l'activité de la CCO. Ce projet pilote a servi de base pour démarrer un projet de recherche ayant pour but de développer une puce à ADN pouvant détecter par l'analyse transcriptomique le stress relié à l'exposition aux métaux chez la perchaude en milieu naturel.

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

2 Département de biologie, Université Laval, Québec QC Canada.

#### E-5

I. Lessard<sup>1</sup>, V. Bécaert<sup>1</sup>, C. Bulle<sup>1</sup>, S. Sauvé<sup>2</sup> et L. Deschênes<sup>1</sup>

#### ESSAIS ENZYMATIQUES SUR DES SOLS CONTAMINÉS PAR LES MÉTAUX: QUELLE EST L'INFLUENCE DES SOLUTIONS TAMPONS ?

Une méthodologie basée sur l'activité enzymatique constituerait une approche intéressante pour générer de nouveaux paramètres écotoxicologiques. Cependant, dans un contexte d'évaluation de la toxicité des métaux, les solutions tampons utilisées lors des essais enzymatiques pourraient changer la concentration des espèces métalliques et donc la toxicité du métal dans la solution. Le but de cette étude consiste à vérifier s'il serait possible de réaliser les essais enzymatiques pour l'évaluation de l'écotoxicité terrestre des métaux, et, le cas échéant, quelle serait l'influence des tampons. Les activités de l'arylsulfatase (pH du tampon : 5,8), de la phosphatase acide (6,5), de la protéase (8,1) et de l'uréase (10) ont été mesurées sur 20 sols de terrains contaminés par le zinc. Les échantillons ont été incubés pendant 2h avec et sans tampon pour chaque enzyme testée. Les caractéristiques physico-chimiques des sols (zinc total, zinc soluble, zinc labile, pH, CEC, texture, COT, COD) ont aussi été mesurées pour chaque sol. L'activité de chaque enzyme avec et sans tampon a été corrélée avec les différentes concentrations de zinc et les activités enzymatiques avec tampon ont été comparées à celles sans tampon par analyse de variance. L'activité de l'uréase sans tampon est significativement corrélée au zinc labile par une régression de second degré ( $R^2=0,75$ ). De plus, seules les activités de l'uréase et de la protéase mesurées avec tampon ont été différentes de celles mesurées sans tampon (ANOVA :  $p<0,005$ ). L'important écart entre le pH imposé par ces tampons et le pH naturel des sols pourrait expliquer ces résultats.

1 CIRAIQ, Département de Génie Chimique, École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, succ Centre-ville, Montréal, Qc, H3C 3A7.

2 Laboratoire de Chimie Environnementale, Département de chimie, Université de Montréal, C.P. 6128, succ Centre-Ville, Montréal, Qc, H3C 3J7.

## F-1

R. St-Cyr<sup>1</sup> et R. Chassé<sup>1</sup>

### LA GESTION DES RISQUES ASSOCIÉS AUX SUBSTANCES DANGEREUSES

Des centaines d'entreprises québécoises possèdent de grandes quantités de substances toxiques ou inflammables et présentent de ce fait des risques importants pour les quartiers voisins. Les zones à risques actuelles comprennent déjà des milliers de résidences et autres usages sensibles : écoles, garderies, résidences pour personnes âgées, etc. Et le nombre augmente à chaque année, car l'urbanisation entraîne une réduction graduelle de l'espace entre les entreprises à risques et la population.

Dans ce contexte, la présentation abordera notamment les sujets suivants : les substances dangereuses et les entreprises qui les possèdent au Québec, les types de danger qu'elles représentent (nuage toxique, incendie, explosion), les catastrophes impliquant de telles substances dans le passé, les dangers encourus par la population des zones à risques actuelles.

Comme en témoignent les débats suscités par les grands projets industriels (ports méthaniers, gazoduc, entreposage de produits pétroliers, usine pétrochimique, etc.) et de nombreux projets résidentiels à proximité de ces types d'entreprise, ce problème est en train de devenir un véritable enjeu de société.

Dans ce contexte, le Comité interministériel sur le risque technologique (MSP, MDDEP, MAMROT, MSSS) a entrepris une démarche en vue d'améliorer la gestion de ce type de risque au Québec. Cette gestion comprend quatre volets :

- 1- La réduction du risque à la source (dans l'entreprise)
- 2- La planification des mesures d'urgences (pour les secteurs autour de l'entreprise)
- 3- La communication des risques à la population
- 4- L'aménagement du territoire

Chacun de ces volets sera présenté de façon sommaire et certains d'entre eux feront l'objet d'une présentation spécifique par un autre conférencier dans la suite du présent colloque.

1 Ministère de la Sécurité Publique, Direction générale de la sécurité civile et de la sécurité incendie, 2525 boul. Laurier, 6e étage, Tour Laurentides, Québec, G1V 2L2.

## F-2

R. Chassé<sup>1</sup> et R. St-Cyr<sup>1</sup>

### LA GESTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES ET L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE : EXEMPLE POUR LES GAZ DE PÉTROLE LIQUÉFIÉS (GPL)

La plupart des risques technologiques existants sur le territoire québécois sont associés à la présence de substances dangereuses. Un grand nombre de ces substances sont produites, utilisées ou entreposées en grande quantité dans plusieurs centaines d'entreprises au Québec. Ces substances toxiques ou inflammables présentent un risque lorsque il y a perte de confinement sur un site fixe ou lors du transport.

La gestion des risques technologiques associés aux substances dangereuses dans l'aménagement du territoire soulève des difficultés d'autant plus importantes que les divers intervenants ne possèdent pas de critères d'acceptabilité du risque et que les seuils d'effets actuellement disponibles n'ont pas été développés pour l'élaboration de tels critères.

Le Comité Interministériel sur le Risque Technologique (MSP, MDDEP, MAMROT, MSSS) a pour mandat, entre autre, de définir ces critères pour la cinquantaine des substances présentes dans les entreprises québécoises en quantité suffisante pour présenter des risques à l'extérieur des limites des entreprises qui les possèdent.

L'explosion d'un réservoir de propane à Toronto en août 2008 a fait des dégâts pour plusieurs centaines de millions de dollars et il s'agissait d'un réservoir relativement petit. La présence de grandes quantités de propane à proximité de populations parfois vulnérables sur l'ensemble du territoire du Québec a mené le CIRT à s'intéresser, dans un premier temps, aux gaz de pétrole liquéfié (GPL) et plus spécifiquement au propane. Nous présentons donc une approche de gestion de risque des d'accidents majeurs appliquée avec succès au Royaume-Uni et représentant une voie prometteuse pour le Québec. Nous nous attarderons principalement à la démarche spécifique au propane.

1 Ministère de la Sécurité Publique, Direction générale de la sécurité civile et de la sécurité incendie, 2525 boul. Laurier, 6e étage, Tour Laurentides, Québec, G1V 2L2.



### F-3

É. Clément<sup>1</sup>

#### **LA GESTION DES RISQUES INDUSTRIELS MAJEURS AU QUÉBEC ET AU CANADA : DÉMONSTRATION D'UNE APPROCHE COMPLÈTE, INTÉGRÉE ET FLEXIBLE**

Dans le contexte pratique des organisations aussi bien privées que publiques, deux courants de pensées cohabitent souvent isolément lorsqu'il est question de gestion des risques industriels majeurs : le courant de la prévention des risques (qui vise surtout l'évitement ou la réduction de l'occurrence) et le courant de la préparation aux risques qui permet de réagir efficacement lorsque ceux-ci se matérialiseront.

Le premier s'attarde principalement à identifier finement les diverses sources de risques et de défaillances pouvant affecter une organisation ou une communauté (ex : à l'aide de méthode What-IF?, HAZOP, AMDEC, QRA, etc.). Par la suite, il vise à mettre en place des systèmes afin d'éliminer ou de réduire la probabilité que ces événements surviennent (ex : gestion de la fiabilité technique, humaine et organisationnelle, sûreté de fonctionnement, programme de maintenance, sécurité opérationnelle, etc.).

Le deuxième courant s'applique surtout à identifier le type de conséquences (et par conséquent les besoins d'intervention) qui découleraient de l'ensemble des risques identifiés s'ils se matérialisaient (ex : blessés, décès, contamination de l'air, du sol, de l'eau, dommages aux infrastructures, arrêt de services critiques/essentiels, effets sur la réputation, pertes financières, etc.). Dans ce contexte, les méthodes d'analyse utilisées se concentrent généralement sur la réalisation d'analyse de vulnérabilité et/ou d'analyse de répercussions sur les opérations. Par la suite, l'objectif visé est de mettre en place des mesures permettant d'améliorer la capacité à réagir de l'organisation afin de réduire les conséquences potentielles (ex : structure d'intervention lors d'une urgence (CCU, COU, PC, etc.); mécanismes de détection/surveillance, d'alerte, de mobilisation, de démobilisation et de retour d'expérience; plan de continuité et de rétablissement des opérations; programme de formation et d'exercices/simulations d'urgence, plan de communication, etc.).

Ni l'une ni l'autre de ces approches n'est plus importantes; les deux sont essentielles et contribuent ainsi à couvrir toutes les facettes de la gestion des risques industriels majeurs.

L'approche qui sera exposée lors de cette conférence permettra de rallier ces deux mondes d'une façon simple, claire, efficiente et intégrée. Elle permet de répondre aux exigences de l'ensemble des normes et réglementations nationales et internationales pertinentes (NFPA 1600, OSHA-PSM, EPA-RMP, LCPE 200, LSC, SEVESO II, Gestion Responsable, BS-25999-1, etc.).

Afin d'exposer l'ensemble des aspects de la démarche présentés plus haut, le cas pratique d'une PME de l'industrie chimique sera utilisé.

Une des forces de cette approche est qu'elle aide à démontrer la multidisciplinarité des compétences requises et la contribution nécessaire de diverses disciplines (et non seulement de l'ingénieur) afin d'analyser et de gérer efficacement les risques industriels majeurs (ex : coopération bénéfique entre les pouvoirs publics municipaux, provinciaux et fédéraux, les organisations privées et les communautés dans le but de s'assurer d'un risque acceptable par la concertation locale). De plus, elle met en valeur l'aspect innovateur et intégrateur du bris des silos de compétences qui se retrouve traditionnellement dans beaucoup d'organisations.

Dans un grand souci d'efficacité, cette présentation permettra enfin de démontrer les possibilités d'intégration de cette démarche avec les autres préoccupations des organisations (ex : liens avec ISO 14001, ISPS, OHSAS 18001, etc.).

1 Multi Risques International, 300 rue St-Sacrement, suite 305, Montréal H2Y 1X4.

#### F-4

M. Ricard<sup>1</sup>

### **L'ANALYSE DES RISQUES D'ACCIDENTS INDUSTRIELS MAJEURS, SON UTILITÉ ET SES PIÈGES**

Cette présentation vise à exposer brièvement la démarche pour réaliser une analyse de risques d'accidents industriels majeurs, à préciser dans quels contextes ces analyses sont utilisées et l'importance de communiquer les résultats aux publics concernés.

À l'aide d'exemples concrets, le conférencier exposera les difficultés rencontrées lors de la réalisation de telles analyses, ainsi que les outils généralement utilisés pour communiquer les résultats aux publics concernés. De plus, il fournira quelques exemples de résultats afin d'illustrer l'importance d'une communication claire et coordonnée entre les divers intervenants afin de sensibiliser le public aux dangers et à son rôle en cas d'accident industriel majeur et non d'apeurer les personnes vivant à proximité des sources de danger.

#### F-5

C. Stephan<sup>1</sup>, J. Gravière<sup>1</sup>, M. François<sup>1</sup> et S. Loranger<sup>1</sup>

### **COMPARAISON DES MODÈLES DE DEVENIR ENVIRONNEMENTAL RBCA TOOL KIT, RISC ET ÉQPR (SANTÉ CANADA) POUR LE CALCUL DE L'EXPOSITION ET DU RISQUE ASSOCIÉS À L'INTRUSION DE VAPEURS DANS LES BÂTIMENTS**

En s'appuyant sur les travaux notamment de Jury et Johnson & Ettinger (1991), plusieurs modèles de devenir environnemental ont intégré les algorithmes de calcul permettant d'estimer les concentrations de composés organiques volatils dans l'air ambiant et dans les bâtiments à partir des concentrations des contaminants mesurées dans le sol ou dans l'eau souterraine. Quoique la formulation de ces différents modèles soit similaire quant aux paramètres utilisés, les estimations produites peuvent néanmoins différer d'un outil à un autre en raison notamment de l'implémentation des différents algorithmes et de certaines valeurs par défaut. Conçus surtout à des fins de dépistage, ces modèles offrent plusieurs avantages mais comportent des limites, notamment l'absence de prise en compte de la biodégradation et de la présence de différentes couches de sol entre la contamination et la surface. Afin d'illustrer les particularités de différents modèles utilisés par les organismes gouvernementaux provinciaux et fédéraux, la présente conférence illustrera à partir d'un cas fictif, les avantages et les limites de trois modèles couramment utilisés, soit RBCA Tool Kit, RISC 4.0 et la feuille de calcul de Santé Canada pour l'évaluation quantitative préliminaire du risque ainsi que les différences entre ces 3 modèles quant aux résultats obtenus

1 Mesure d'Urgence, GENIVAR, 505, boul. René-Lévesque Ouest, 8e étage, Montréal QC H2Z 1Y7.

1 QSAR inc., Laval, Qc, Canada.

## G-1

C. Réty<sup>1</sup>, R. Gilbin<sup>1</sup> et E. Gomez<sup>2</sup>

### EFFET DU TRITIUM ENVERS L'ALGUE VERTE UNICELLULAIRE *CHLAMYDOMONAS REINHARDTII*

Les effluents liquides des centres nucléaires de production d'électricité sont composés en activité de 99 % de tritium. Or les effets du tritium ont fait l'objet de peu d'études. Notamment aucune donnée n'est disponible quant à l'effet du tritium sur les producteurs primaires.

Afin de mesurer les effets de l'eau tritiée, une algue verte unicellulaire (*Chlamydomonas reinhardtii*) a été utilisée comme modèle biologique. Le tritium étant considéré comme peu radiotoxique, un second objectif était de déterminer dans quelle mesure les effets du tritium, même faibles, pourraient sensibiliser les organismes à d'autres contaminants couramment identifiés dans les rejets de l'industrie nucléaire (cuivre).

Lors de cette étude aucune toxicité du tritium n'a été observée sur le taux de croissance (800-80 000 kBq.mL<sup>-1</sup>). Néanmoins, les résultats obtenus montrent une augmentation de la cinétique d'entrée du cuivre dans les cellules lors d'une exposition à 1130 kBq.mL<sup>-1</sup> de tritium. Ceci peut s'expliquer par l'augmentation significative et dose-dépendante de la production d'espèces réactives de l'oxygène (ROS), qui seraient responsables d'une atteinte aux membranes, mesurée pour des expositions au tritium de 90 et 1900 kBq.mL<sup>-1</sup>. Cette production de ROS atteint des niveaux 2 à 3 fois supérieurs à ceux engendrés par des expositions au cuivre (1, 4 ; 5,6 µM) entre 0 et 40 minutes d'exposition. Enfin, un prétraitement des cellules au cuivre (350-5600 nM) augmente la production de ROS engendrée par 1900 kBq.mL<sup>-1</sup> de tritium.

En conclusion, les effets du tritium seul bien qu'étant négligeables, sont à prendre en considération dans le cas de mélanges

1 IRSN, Laboratoire de Radioécologie et d'Ecotoxicologie, Saint Paul Lez Durance, France.

2 UMR Hydrosciences, Université Montpellier 1, Montpellier, France.

## G-2

D. Lapointe<sup>1</sup>, S. Gentès<sup>1</sup>, D. Ponton<sup>1</sup>, L. Hare<sup>1</sup> et P. Couture<sup>1</sup>

### EXPOSITION AU THALLIUM CHEZ LE TÊTE-DE-BOULE : SOURCES, TRANSFERT ET EFFETS

Les organismes vivants dans des lacs contaminés sont exposés aux métaux dissous et alimentaires à tous les stades de leur cycle de vie. Afin de bien évaluer le risque écologique lié à la présence de métaux dans les écosystèmes aquatiques, il est important de déterminer l'importance relative de l'eau et des proies comme sources de métaux ainsi que d'évaluer leur toxicité. Nos objectifs étaient (1) d'examiner l'importance de l'eau et des proies comme sources de thallium (Tl) chez les jeunes stades et les juvéniles de tête-de-boule (*Pimephales promelas*), (2) d'évaluer la toxicité de concentrations environnementalement réalistes de Tl et (3) de déterminer si le type de proie consommée influence l'efficacité d'assimilation et la toxicité du Tl chez les juvéniles. Nous avons exposés des jeunes stades (embryons et larves) et des juvéniles au Tl dissous et alimentaire, séparément et simultanément. Une fois les expositions complétées, nous avons mesuré différents paramètres : accumulation, efficacité d'assimilation, distribution subcellulaire et points limites de toxicité. Sous nos concentrations environnementalement réalistes, l'eau était la principale source de Tl chez les larves (21 jours et moins) tandis que les juvéniles ont accumulé pratiquement autant de Tl de l'eau que des proies. Chez les larves de 21 jours, l'exposition simultanée au Tl dissous et alimentaire a entraîné une diminution significative des capacités aérobies et anaérobies comparativement aux autres traitements, tendance également présente au niveau des capacités biosynthétiques. Nous avons également démontré que le type de proie pouvait affecter le transfert trophique, la distribution subcellulaire et la toxicité du Tl chez les juvéniles. Nos résultats fournissent des informations sur l'importance de considérer le transfert trophique des métaux lors d'évaluation du risque environnemental.

1 Institut National de la recherche Scientifique - Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, Québec.

### G-3

A. Bruneau<sup>1</sup>, M. Fortier<sup>1</sup>, F. Gagné<sup>2</sup>, C. Gagnon<sup>2</sup>, P. Turcotte<sup>2</sup>, T. Davies<sup>3</sup>, M. Auffret<sup>4</sup> et M. Fournier<sup>1</sup>

#### EVALUATION *IN VITRO* DE LA TOXICITÉ DES POINTS QUANTIQUES (CdS / CdTe) SUR DIFFÉRENTES ESPÈCES

Les nanoparticules sont utilisées dans la plupart des domaines qu'il s'agisse du domaine médical, des pharmaceutiques, des cosmétiques, du génie des matériaux etc. Cependant, il existe très peu de données écotoxicologiques sur ces nouveaux éléments. Notre étude vise donc à déterminer l'éventuelle toxicité d'un type de nanoparticules, les points quantiques (CdS/CdTe, Vivenano<sup>®</sup>) sur le système immunitaire de différentes espèces. Des tests *in vitro* ont été réalisés sur les lymphocytes et les macrophages d'humains, de souris, de poissons et sur les hémocytes de bivalves. Afin d'évaluer la toxicité des points quantiques la viabilité cellulaire ainsi que la phagocytose ont été mesurées en cytométrie de flux. La viabilité cellulaire a été évaluée avec l'iodure de propidium tandis que le test de la phagocytose a été réalisé à l'aide de billes fluorescentes (polyscience<sup>®</sup>). Les résultats obtenus ont permis de comparer la sensibilité des espèces à une gamme dose réponse de 0 à 952 µg/ml de cadmium présent dans les nanoparticules. Ainsi les doses létales à 50 % de viabilité ont pu être établies entre les mammifères (humains et souris) et les espèces aquatiques telles que les poissons et les moules. Cette première évaluation a permis d'affirmer que les cellules immunitaires (lymphocytes et macrophages) des « espèces terrestres » sont moins sensibles (DL50 souris : lymphocytes = 88,5 µg/ml et macrophages = 210 µg/ml) que les cellules des poissons (DL50 poisson : lymphocytes = 42,6 µg/ml et macrophages = 195 µg/ml) mais plus sensibles que les hémocytes des bivalves (DL50 > 952 µg/ml). De futures investigations sont prévues afin d'étudier les réponses individuelles des organismes mis en présence de points quantiques.

- 1 INRS Institut Armand Frappier, 521 Boulevard des prairies, Laval, Qc, Canada.
- 2 Environment Canada, 105 Mc Gill, Montréal, Qc, Canada.
- 3 IUEM, Lemar, Place Nicolas Copernic. Technopole Brest Iroise, Plouzané, France.
- 4 Environment Canada, Place Vincent-Massey, Gatineau, Qc, Canada.

### G-4

G. Soumis-Dugas<sup>1,2</sup>, G. Triffault-Bouchet<sup>2</sup>, L. Martel<sup>2</sup>, C. Bastien<sup>2</sup> et R. Galvez<sup>1</sup>

#### ÉVALUATION DE L'ÉCOCOMPATIBILITÉ D'UNE MÉTHODE DE RESTAURATION DE LAC EUTROPHE PAR ESSAIS DE TOXICITÉ MONOSPÉCIFIQUES

En raison des activités anthropiques (agriculture, déforestation et urbanisation), le lac Saint Augustin (Qc) est depuis 2001 dans un état eutrophe, voir hypereutrophe (P > 70µg/L), état qui est à l'origine d'épisodes de fleurs d'eau de cyanobactéries. De plus, les sédiments sont fortement contaminés (métaux, nutriments, pesticides, etc.) et depuis la construction de l'autoroute 40, l'apport en sels de voiries a induit une augmentation progressive de la conductivité ayant perturbé la communauté algale. Ces conditions sont responsables du vieillissement prématuré du lac et compromettent les usages des eaux du lac.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact écotoxicologique d'une méthode de restauration développée par Galvez et collaborateurs consistant (i) à faire diminuer la teneur en P dans l'eau du lac par coagulation/floculation avec de l'alun (AlSO<sub>4</sub>) puis (ii) à effectuer un recouvrement actif de calcite et de sable afin d'isoler Al, P et les autres contaminants, maintenir la stabilité de l'ensemble et permettre la recolonisation du milieu par le benthos.

Ainsi, l'impact de cette méthode sur le milieu a été évalué, dans un premier temps, au moyen d'essais de toxicité monospécifiques : croissance de l'algue *Pseudokirchneriella subcapitata* et de la lentille d'eau *Lemna minor*, survie et reproduction des daphnies *Daphnia magna*, de l'amphipode *Hyaella azteca* et survie, croissance et émergence de l'invertébré *Chironomus riparius*. La toxicité de l'Al et l'impact du traitement complet ont été étudiés séparément, d'abord avec de l'eau et des sédiments artificiels, et, ensuite, avec l'eau et les sédiments du lac. Les résultats obtenus jusqu'à présent démontrent que les algues et les daphnies sont les plus affectés par l'alun. La présentation visera à comparer les effets de l'alun sur les organismes benthiques et épibenthique.

- 1 Université Laval, Département de Génie Civil, Québec, Qc, Canada.
- 2 Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec, Québec, MDDEP, Qc, Canada.

## G-5

M. Desrosiers<sup>1,2</sup>, G. Méthot<sup>2</sup>, B. Pinel-Alloul<sup>2</sup>, V. Archaimbault<sup>3</sup>, L. Martel<sup>1</sup>

### LES TRAITES BIOÉCOLOGIQUES DES MACROINVERTÉBRÉS BENTHIQUES COMME OUTILS COMPLÉMENTAIRES EN ÉVALUATION DU RISQUE ÉCOTOXICOLOGIQUE : LE CAS DU FLEUVE SAINT-LAURENT

Le Saint-Laurent a subi des apports non négligeables de contaminants, que ce soit par les effluents industriels et municipaux ou par le drainage agricole. Ce projet vise à développer une démarche par étape d'évaluation du risque écotoxicologique en support à une gestion intégrée des sédiments du fleuve. Dans cette partie de projet, nous évaluons la qualité des sédiments en explorant les relations entre la contamination chimique et la structure de la communauté benthique en utilisant une approche par traits bioécologiques. Aux automnes 2004 et 2005, les macroinvertébrés benthiques et les sédiments ont été échantillonnés à 59 stations du tronçon fluvial du fleuve incluant les 3 lacs fluviaux et le port de Montréal. Les contaminants organiques (BPC, HAP, hydrocarbures pétroliers), inorganiques (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn) de même que différentes caractéristiques des sédiments (ex. granulométrie, éléments nutritifs) ont été mesurés. L'approche par traits bioécologiques des macroinvertébrés benthiques a été adaptée pour le fleuve Saint-Laurent. Pour construire la matrice de traits, nous avons effectué une recherche bibliographique au niveau des genres de macroinvertébrés caractéristiques de l'écozone du sud du Québec. Les traits ont été codés en tenant compte des particularités régionales de climat et le type d'écosystème. L'impact relatif de la contamination chimique et des caractéristiques environnementales sur la structure des traits bioécologiques de la communauté benthique a été évalué au moyen d'analyses multivariées et de partition de la variance. Les résultats de groupement des stations selon les traits, des traits indicateurs selon les groupes et les relations avec les variables explicatives sont présentés. De plus, une comparaison avec les traits bioécologiques utilisés en Europe pour l'évaluation de la qualité des sédiments des cours d'eau et les implications futures pour l'évaluation du risque écotoxicologique sont présentées.

- 1 Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2700 rue Einstein, suite E-1-215, Québec, QC, Canada G1P 3W8.
- 2 GRIL, Département de Sciences Biologiques, Université de Montréal, C.P. 6128, Succ Centre-Ville, Montréal, QC, Canada, H3C 3J7
- 3 Cemagref UR BELY, 3bis quai Chauveau – CP 220, F-69336 Lyon, France.

## H-1

B. Morteau<sup>1,2</sup>, G. Triffault-Bouchet<sup>2</sup>, R. Galvez<sup>1</sup>, L. Martel<sup>2</sup> et S. Leroueil<sup>1</sup>

### TRAITEMENT D'EAUX DE RUISSELLEMENT ROUTIER PAR UN SYSTÈME COMBINÉ DE MARAIS ÉPURATEUR CONSTRUIT SUIVI D'UN LIT FILTRANT

Le lac Saint-Augustin, situé près de Québec, est contaminé par du phosphore, du chlorure, du sodium et divers métaux. L'autoroute Félix-Leclerc, située en amont du lac, constitue actuellement la plus grosse source de pollution pour les sels de déglacage (NaCl) et les métaux (Cu, Pb, Ni, Zn, Cd, et Mn) issus des gaz d'échappement des voitures et de leur usure. Pour traiter ces eaux de ruissellement avant leur décharge dans le lac, il a été proposé d'utiliser un marais épurateur construit (MEC) couplé à un lit filtrant. Ces eaux présentant une salinité élevée lors de la fonte de la neige, au printemps, il a été suggéré d'utiliser des plantes halophytes dans le MEC, plantes accumulatrices de sels. Le lit filtrant serait constitué de calcite.

L'un des objectifs de cette étude est ainsi de déterminer la faisabilité de réaliser un MEC avec des plantes halophytes en évaluant (1) les conditions optimales nécessaires pour la croissance des plantes sélectionnées dans le MEC (*Atriplex patula*, *Salicornia europaea*, *Spergularia canadensis*, *Typha augustifolia*) et (2) leur capacité d'accumulation des sels dans ces conditions. Parmi les facteurs étudiés, mentionnons l'influence sur le développement des plantes du type de substrat, du son degré de saturation en eau, du niveau de densité des plantes. Ces connaissances permettront de définir les caractéristiques du MEC et de les appliquer à des essais pilotes menés en laboratoire.

La présentation décrit les résultats expérimentaux obtenus sur les conditions optimales de croissance et d'absorption du chlorure et du sodium par les plantes halophytes, ainsi que les premiers résultats d'enlèvement du chlorure et du sodium lors des essais pilotes.

- 1 Département Génie civil, Université Laval, Québec, Canada, G1K 7P4.
- 2 Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), 2700, rue Einstein, Québec, G1P 3W8, Canada.

## H-2

A. Boullemant<sup>1</sup>

### POTENTIEL DE RÉTENTION DES FLUORURES PAR BIOTRAITEMENT

Les fluorures représentent un enjeu majeur pour l'industrie de l'aluminium malgré le respect des critères de qualité. Dans l'optique d'améliorer les performances environnementales, Rio Tinto Alcan vise à diminuer ses rejets aqueux en fluorures à partir de biotechnologies environnementales. À cette fin, des plantes terrestres et des sols de la région du Saguenay Lac Saint Jean ont été choisis pour évaluer leur capacité d'ad/absorption des fluorures dissous.

Par l'intermédiaire d'isotherme d'adsorption et d'essais de lixiviation des fluorures, un type de sol s'est révélé être optimal (terre à jardin). Quant aux choix des végétaux, il s'est basé sur des campagnes de mesure des fluorures dans les végétaux établis naturellement sur le site de l'usine Arvida (principalement dans les corridors d'anciennes salles de cuve) couplé à des expériences d'hydroponie. Ainsi, le pâturin et la prêle se sont démarqués de toutes les espèces végétales. En outre, dans des enceintes contrôlées, le seuil de toxicité des fluorures (CL50) a été établi pour la prêle et le pâturin de même que deux témoins. Des différences d'accumulation entre les concentrations utilisées et entre les espèces ont été obtenues.

Par la suite, des essais en usine (Laterrière) ont été conduits par l'implantation de parcelles de matrice sols-plantes à partir de l'été 2007. Un total de 42 parcelles ont été réparties selon trois niveaux d'exposition aux fluorures et dont une partie était limitée quant à la déposition de dépôts sec et humide. Parallèlement, un suivi des précipitations (pluie et neige) a été réalisé afin d'avoir une mesure directe des émissions tout le long de l'exposition aux fluorures. Nous présenterons et discuterons les résultats d'analyses dans les sols et les végétaux pour deux saisons d'exposition

1 Centre de Recherche et de Développement d'Arvida – Rio Tinto Alcan, Jonquière, QC, Canada.

## H-3

M. Hedhli<sup>1</sup>, P. Giasson<sup>1</sup>, A. Jaouich<sup>1</sup> et A. Karam<sup>2</sup>

### UTILISATION DE PLANTES ET DE MYCORHIZES DANS LA BIODÉGRADATION D'HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES DANS UN SÉDIMENT.

L'objectif de cet essai est d'évaluer l'efficacité de la phytoremédiation, pour un sédiment contaminé par des métaux lourds et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans le contexte climatique québécois. Un dispositif pilote de micro-parcelles en conditions climatiques naturelles a été établi sur des sédiments (pH : 7,38; matière organique: 5,3-5,97%) provenant de la rivière Saint-Charles (Québec). En 2007, les sédiments pollués ont été étendus uniformément sur une cellule de confinement sécuritaire. Les 4 traitements de végétation utilisés dans le processus de phytoremédiation sont : T1 = 20% de fétuque rouge traçante (*Festuca rubra*), 20% de fétuque élevée (*Festuca eliator*), 15% d'agropyre (*Agropyron repens*), 15% de ray-grass (*Lolium perenne\_L.*), 21% de fléole des près (*Phleum pratense L.*), 5% de lotier corniculé (*Lolium corniculatus*) et 4% de trèfle blanc (*Trifolium repens*); T2 = tansie vulgaire (*Tanacetum vulgare*; T3 = T1 inoculé avec *Glomus intraradices*; T4 = T3 inoculé avec *Glomus intraradices*. Les traitements ont été répétés 5 fois sous forme de blocs aléatoires. Les résultats obtenus indiquent que l'exposition prolongée à l'air des sédiments sur la cellule de confinement diminue la phytotoxicité et permet le développement du couvert végétal à long terme. L'utilisation de la végétation a permis, comparativement aux sédiments sans végétation, une réduction significative de la teneur en HAP des sédiments. Cette étude suggère la possibilité d'utiliser des plantes pour réhabiliter des sédiments contaminés par des HAP.

1 Département des Sciences de la terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC, Canada, H2X 3Y7.

2 ERSAM, Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada, G1V 0A6.

## I-1

C. Bulle<sup>1</sup>, M. Margni<sup>1</sup> et L. Deschênes<sup>1</sup>

### **ESTIMATION DE LA VARIABILITÉ GÉOGRAPHIQUE DES FACTEURS DE CARACTÉRISATION ÉCOTOXICOLOGIQUES ET TOXICOLOGIQUES ATTRIBUABLE À L'INFLUENCE DU TYPE DE SOL**

La modélisation du devenir environnemental des contaminants utilisée en Analyse du Cycle de Vie (ACV) pour estimer les impacts écotoxicologiques et toxicologiques fait appel à des modèles de devenir dits « génériques ». En effet, dans le cadre de l'ACV il est impossible de savoir précisément où ont lieu l'ensemble des émissions toxiques au cours du cycle de vie d'un produit ou d'un service.

Pourtant le devenir des contaminants est, dans une certaine mesure, influencé par les conditions locales lors de l'émission. Il est généralement admis que l'influence des paramètres géographiques est négligeable en comparaison avec l'influence des propriétés des composés chimiques sur leur devenir environnemental.

Cependant cette affirmation ne tient pas compte de l'influence des conditions géographiques sur les propriétés mêmes des contaminants telles la cinétique de biodégradation ou le coefficient de partition entre le sol et l'eau : dans l'étude présentée ici, certaines propriétés de l'huile de préservation du bois (un mélange d'hydrocarbures pétroliers) ont été mesurées pour différents types de sol (sable, sol organique et argile) et une importante variabilité a été observée entre les différents sols. Les propriétés ainsi mesurées pour chaque type de sol ont ensuite été utilisées dans un modèle générique utilisé en analyse des impacts du cycle de vie (IMPACT 2002) afin d'estimer la variabilité géographique due à cette influence du type de sol sur les propriétés de l'huile.

1 CIRAIG, Département de Génie Chimique, École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, succ Centre-ville, Montréal, Qc, H3C 3A7.

## I-2

M. François<sup>1</sup> et S. Loranger<sup>1</sup>

### **OUTIL STATISTIQUE SIMPLE POUR OPTIMISER L'ÉCHANTILLONNAGE DE TERRAINS CONTAMINÉS DANS UN CONTEXTE D'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ ET POUR L'ENVIRONNEMENT**

A l'heure actuelle, la plupart des plans d'échantillonnage utilisés pour la caractérisation de sites contaminés s'appuient sur une approche dite ciblée (ex. : points chauds) sans égard à l'utilisation d'une stratégie d'échantillonnage probabiliste (systématique, aléatoire ou stratifié). Le biais ainsi engendré par l'échantillonnage ciblé peut entraîner une surestimation de la teneur moyenne de contaminants mesurés sur le site ou de l'intervalle de confiance calculé. Par ailleurs, les guides actuels recommandent l'échantillonnage exhaustif des stations définies par un quadrillage au 25 m x 25 m couvrant la superficie du site quelque soit le niveau d'hétérogénéité des matériaux du sol ou encore la taille ou la valeur économique du site. Quoique le nombre de prélèvement (effectif) disponible soit souvent suffisant pour obtenir une bonne précision statistique dans un contexte d'une évaluation de risque, des caractérisations complémentaires de site sont généralement requises pour satisfaire aux exigences des organismes gouvernementaux..

Des méthodes statistiques existent pour déterminer le niveau de précision associé aux estimations des niveaux de contamination moyenne d'un site ainsi que le gain de précision apporté par un échantillonnage supplémentaire. C'est sur la base de cette théorie de l'échantillonnage que l'on a élaboré un outil simple d'optimisation de l'échantillonnage dans le but de réduire le biais des estimations (représentativité) et de déterminer le nombre optimal de quadrats (précision) à échantillonner compte tenu des particularités stratigraphiques du site et ce dans un contexte d'évaluation de risque. En s'appuyant sur un cas de friche urbaine, les principes de l'échantillonnage sont examinés et validés à l'aide d'échantillons statistiques combinés

1 QSAR inc., Laval, Qc, Canada.

## AF-1

S. Dussault<sup>1</sup>, P. Brousseau<sup>1</sup>, M. Fournier<sup>1</sup>, M. Fortier<sup>1</sup> et M. Boily<sup>2</sup>

### STATUT IMMUNITAIRE CHEZ DEUX ESPÈCES D'AMPHIBIENS, LE OUAOUARON (*RANA CATESBEIANA*) ET LE XÉNOPE (*XENOPUS LAEVIS*), EXPOSÉES À DES PESTICIDES D'ORIGINE AGRICOLE

Depuis plusieurs années, le sort planétaire des amphibiens est très inquiétant. Dans le but de comprendre pourquoi, nous avons décidé d'étudier l'impact des agripesticides sur le système immunitaire. Sous l'influence de cette pollution ce système pourrait fonctionner d'une manière non optimale, ce qui pourrait engendrer l'augmentation des infections mortelles et ainsi expliquer le déclin. Le système immunitaire des amphibiens est composé de plusieurs cellules, dont les macrophages et les lymphocytes mais aussi de peptides retrouvés au niveau de la peau. Le but de cette étude est d'établir un lien entre le niveau de pollution agricole et la capacité du système immunitaire à bien protéger les grenouilles. Dans cette perspective, deux études seront effectuées. Dans un premier temps, un échantillonnage de ouaouarons a été effectué dans six bassins versant de la rivière Yamaska. Les niveaux de certains pesticides, notamment le métolachlore et l'atrazine sont particulièrement élevés dans cet environnement. Dans un deuxième temps des xénopes, gardés en laboratoire, seront exposés à un mélange d'atrazine et de métolachlore. L'analyse de la présence et la semi-quantification de trois peptides pour le ouaouaron (ranatuerine 1, 2 et 6) et de quatre pour le xénope (CPF, magainin I, magainin II, PGLa) sera obtenue par HPLC-MS-MS. Les biomarqueurs immunitaires suivis seront ; la viabilité, la cellularité, la phagocytose et la prolifération lymphoblastique. L'identification des peptides chez les ouaouarons révèle à date, que deux des trois peptides recherchés se retrouvent sur la majorité des grenouilles échantillonnées.

- 1 INRS-Institut Armand-Frappier, 531 boul. des Prairies, Laval, Québec, H7V 1B7.
- 2 Centre Toxen et Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, Québec, H3C 3P8.

## AF-2

É. Gendreau-Berthiaume<sup>1,2</sup>, P. Spear<sup>1,2</sup>, D. Averill<sup>1,2</sup>, P. Brodeur<sup>2,3</sup> et M. Boily<sup>1,2</sup>

### IMPACTS DE L'AGRICULTURE SUR LES RÉTINOÏDES ET LE STRESS OXYDATIF: COMPARAISON DES RÉPONSES ENTRE LE OUAOUARON (*RANA CATESBEIANA*), LA PERCHAUDE (*PERCA FLAVESCENS*) ET LA BARBOTTE (*ICTALURUS NEBULOSUS*)

L'agriculture intensive, maintenant devenue la forme agricole la plus pratiquée dans le bassin versant de la rivière Yamaska, n'est pas sans conséquences sur la qualité des cours d'eau de ce territoire. Depuis 2003, le suivi des ouaouarons dans ce bassin démontre une altération des rétinoïdes, principalement dans les sites d'agriculture intensive. Essentiels à plusieurs fonctions physiologiques, les rétinoïdes ont également des propriétés anti-oxydantes. Dans la présente étude, nous proposons l'évaluation du stress oxydatif chez les ouaouarons en lien avec les rétinoïdes. Afin de vérifier si les effets se répercutent chez d'autres espèces aquatiques, les rétinoïdes et le stress oxydant seront analysés chez la perchaude et la barbotte provenant des rivières Yamaska-Nord (lac Boivin, faible agriculture) et Pot-au-Beurre (Baie Lavallière à l'embouchure du lac Saint-Pierre, agriculture intensive).

Les différences d'impact sur la santé des organismes étudiés entre les sites seront mises en évidence en comparant les biomarqueurs à base de rétinoïdes et de stress oxydatif. Pour la perchaude, les biomarqueurs seront mis en relation avec les données de population provenant des derniers relevés par le MRNF. Les rétinoïdes seront analysés dans le foie et le plasma alors que le stress oxydatif sera évalué à l'aide d'activités enzymatiques (catalase et glutathion peroxydase) et des mesures de molécules anti-oxydantes (glutathion et TBARs). Une variation des niveaux d'activité des différentes enzymes et molécules anti-oxydantes peut indiquer une hausse de la génération de radicaux libres. Les résultats attendus pourront éclairer les interactions entre la qualité de l'environnement et la santé des organismes aquatiques.

- 1 Département des sciences biologiques, UQAM .
- 2 Centre TOXEN/CIRÉ.
- 3 Ministère des Ressources naturelles et de la Faune.



### AF-3

M. Plouffe-Malette<sup>1,2</sup>, M. Boily<sup>2</sup>, P. Spear<sup>2</sup>, P. Devine<sup>1</sup>

#### **DIFFÉRENCIATION SEXUELLE ET GAMÉTOGÈNESE DES TÊTARDS DU OUAOUARON D'AMÉRIQUE (*RANA CATESBEIANA*) DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE YAMASKA**

Au cours des 20 dernières années, les concentrations d'herbicides ont dépassé jusqu'à 18 fois les normes Canadiennes dans les eaux de surface du bassin versant de la rivière Yamaska au Québec. 43 % de la superficie du bassin versant est à vocation agricole, l'intensité de l'activité variant de faible à intense selon les régions. De nombreuses municipalités utilisent ces plans d'eau comme source d'eau potable. Les objectifs de l'expérience visent à caractériser l'influence de l'intensité agricole sur le système reproducteur. Le têtard du ouaouaron d'Amérique (*Rana catesbeiana*) est utilisé comme espèce sentinelle représentant l'état de santé de son milieu, étant exposé aux contaminants aquatiques durant toute sa vie (phase larvaire : 3 ans). À l'été 2008, les mesures morphométriques et le complexe néphro-gonadal ont été récoltés chez des animaux provenant de 6 sites du bassin versant de la rivière Yamaska d'intensité agricole faible à élevée. Les complexes néphro-gonadals ont été traités en histologie pour l'évaluation de la gamétogénèse. Le site témoin présente la masse corporelle moyenne la plus élevée et les individus aux plus longues pattes arrière. La masse corporelle et la longueur de la patte arrière sont moindres à 2 sites, l'un en milieu urbain à faible intensité agricole (site 3), l'autre à intensité agricole élevée (site 6). Les autres mesures morphométriques, longueur corporelle, longueur et largeur de la queue et distance œil-œil, ne sont pas significativement différentes entre les sites. La différenciation sexuelle est survenue entre les stades 25 et 38, contrairement à ce qui était attendu (stade 33 à 36), le ratio sexuel des individus différenciés étant équivalent à 50-50. Le site 3 se démarque par un plus grand nombre d'individus non différenciés. Finalement, les individus d'un des sites d'intensité agricole élevée (site 4) ne présentent aucun gamète de type avancé. Les résultats suggèrent que la contamination agricole est défavorable à la croissance et à la gamétogénèse en plus de désynchroniser la différenciation sexuelle.

1 INRS-Institut Armand-Frappier, 531 boul. des Prairies, Laval, Québec, H7V 1B7.

2 Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, 141 Président-Kennedy, Montréal, Québec, H2X 3Y5, Canada.

### AF-4

G. Beaunoyer<sup>1</sup>, M. Chagnon<sup>1,2</sup>, D. Rivest<sup>1</sup>, C. DeBlois<sup>4</sup>, M-C. Grenon<sup>4</sup>, B. Sarrazin<sup>4</sup> et M. Boily<sup>1,3</sup>

#### **IMPACT DE L'UTILISATION DE SEMENCES TRAITÉES AVEC DES INSECTICIDES DU TYPE NÉONICOTINOÏQUES: DÉVELOPPEMENT DE BIOMARQUEURS MOLÉCULAIRES D'EFFET POUR L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION AUX PESTICIDES SYSTÉMIQUES CHEZ L'ABEILLE (*APIS MELLIFERA*)**

L'abeille est un pollinisateur crucial pour l'agriculture. Depuis quelques années, au Québec, on constate un affaiblissement des colonies d'abeilles en été et d'importantes mortalités en hiver. L'exposition des abeilles aux pesticides durant leur saison de butinage est une des hypothèses formulées pour expliquer ces revers. Utilisé pour l'enrobage des semences, l'imidaclopride est un agoniste des récepteurs de l'acétylcholine. Contrairement aux organophosphorés et aux carbamates, l'imidaclopride se lie de façon permanente aux récepteurs cholinergiques sans possibilité d'hydrolyse. Des doses sous-létales de cet insecticide chez l'abeille peuvent se traduire par une altération de plusieurs fonctions dont l'apprentissage, le sens olfactif, la mémoire et le système immunitaire. L'objectif visé par cette étude est le développement de biomarqueurs permettant de témoigner de l'état de santé de l'abeille exposée à ce type d'insecticide. En juillet 2008, des ruches ont été installées pendant quatre semaines dans des champs de maïs traité à l'imidaclopride et dans des champs exempts de culture (témoin). Des abeilles et du pollen seront analysés pour doser l'imidaclopride. Les analyses biochimiques des abeilles ont révélé une augmentation de l'activité de l'AChE, démontrant ainsi une première «réponse» neurotoxique. Afin de pouvoir juger de l'état de santé globale de l'abeille, d'autres enzymes connues pour jouer un rôle critique dans la réponse cellulaire des invertébrés seront testées: la phénol oxydase (PO) et la glucose déshydrogénase (GLD). En 2009, nous prévoyons des expositions d'abeilles en champs et en laboratoire. Les résultats permettront de statuer de l'usage des insecticides néonicotinoïdes sur l'état de santé des abeilles.

1 Département des sciences biologiques, UQAM.

2 Centre de recherche en sciences animales de Deschambault.

3 Centre TOXEN/CIRÉ.

4 Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

## AF-5

P. Rivest<sup>1</sup> et T. Sanderson<sup>1</sup>

### ÉTUDE SUR LES EFFETS DES PESTICIDES SUR LE SYSTÈME ENDOCRINIENS, À PARTIR DE L'EXPRESSION DE L'AROMATASE *IN VIVO* CHEZ LES SOURIS BIOLUMINESCENTES ET PAR L'ENTREMISE DE LA VOIE DE SIGNALISATION DU GSK-3B/B-CATENIN CHEZ LES CELLULES CANCÉREUSES DE LA PROSTATE LNCaP

Le fait que les produits chimiques soient encore largement employés dans l'industrie des produits alimentaires est très préoccupant. En effet, les pesticides sont connus comme étant responsables de la détérioration du système endocrinien chez l'humain, provoquant l'augmentation de l'incidence de diverses maladies. Les pesticides sont également impliqués dans le développement de cancers hormono-dépendants, comme celui de la prostate. Ils peuvent également moduler la voie du GSK-3 $\beta$ / $\beta$ -catenin, qui est dite non hormono-dépendante. Plusieurs cancers hormono-dépendants sont associés à un dysfonctionnement de l'aromatase; enzyme responsable de la conversion des androgènes en œstrogènes. En plus de démontrer le lien existant entre la voie hormono- et non hormono-dépendante dans le développement du cancer de la prostate, nous voulons étudier les effets des pesticides sur un modèle vivant. Le modèle de souris transgénique a été conçu pour exprimer la luciférase, sous le contrôle du promoteur pII de l'aromatase. Le signal bioluminescent émis par la luciférase, est détectable par un système d'imagerie. Nous allons valider notre modèle à l'aide de la forskolin, un puissant inducteur de l'aromatase *in vitro*, agissant par l'entremise de la voie de l'AMP cyclique. Les résultats de la forskolin et de l'atrazine, démontrent qu'ils n'ont aucun effet sur l'expression de la l'aromatase. En contre partie, les résultats obtenus, *ex vivo* démontrent une tendance d'induction sur l'enzyme. Les expériences *in vitro*, faites à partir de cellules LNCaP prouvent que le vinclozolin est un inhibiteur des récepteurs androgènes et que l'atrazine n'a aucun effet sur différentes composantes des voies de signalisation hormono- et non hormono-dépendante.

1 INRS-Institut Armand-Frappier, Laval, QC.

## AF-6

S. Champagne-Paradis<sup>1</sup>, Z. Hrivnakova<sup>1</sup>, M. Vaillancourt<sup>1</sup>, N. Hamoud<sup>1</sup>, D. Allard<sup>1</sup> et P-O. De Medeiros<sup>1</sup>

### L'IMPACT CHEZ LA POULE, *GALLUS DOMESTICUS*, DES PESTICIDES PARATHION ET CARBOFURANE : COMPARAISON DE LA CINÉTIQUE D'INHIBITION DES CHOLINESTÉRASES

Les organophosphorés (OP) et les carbamates sont des insecticides efficaces, utilisés largement dans le domaine agricole. Leurs effets délétères peuvent même causer la mort chez les oiseaux. Leur mode d'action consiste à inhiber l'acétylcholinestérase (AChE) et ils peuvent aussi inhiber d'autres types de cholinestérases dont la butyrylcholinestérase (BuChE). Certains OP, comme le parathion, deviennent toxiques à la suite de leur biotransformation par le CYP 450. Transformé en paraoxon, le parathion interagit avec les estérases et les inhibe. Cette étude vise à étudier l'inhibition de l'AChE et de la BuChE de sérum de poule (*Gallus domesticus*) pour déterminer son potentiel de biomarqueur pendant une exposition au parathion (OP) et au carbofurane (carbamate). Après avoir exposé le sérum de poule à diverses concentrations de paraoxon et de carbofurane, l'activité enzymatique a été mesurée par la méthode de Ellman (1961) en utilisant l'acétylthiocholine et la butyrylthiocholine comme substrats. Pour déterminer les Km, Vmax et Ki avec plus de précision, la méthode de régression non linéaire des moindres carrés fut utilisée. Une relation de type dose-effet entre la concentration de paraoxon et l'inhibition de l'AChE du sérum de *Gallus domesticus* a été établie. Les CI50 calculées avec le carbofurane sont plus élevées que celle obtenues avec le paraoxon, le paraoxon serait donc plus toxique que le carbofurane. Les Km et Vmax apparents étant tous deux modifiés, le paraoxon est un inhibiteur mixte : il est à la fois compétitif et incompétitif. La poule se révèle donc être un biomarqueur plus efficace à une exposition aux paraoxon qu'au carbofurane.

1 Département des sciences biologiques, UQAM.

## AF-7

N. Dassylva<sup>1</sup>, S. Roberge<sup>1</sup>; A. Tremblay<sup>1</sup> et H. Ferland<sup>1</sup>

### AMÉLIORATION DE LA MÉTHODE D'ANALYSE DES MÉTAUX TRACES DANS LES TISSUS ANIMAUX PAR ICP-MS AVEC L'UTILISATION DU SYSTÈME SC-FAST

L'analyse des métaux trace dans les tissus animaux ou dans les échantillons de faibles poids (petits organismes) nécessite un ajustement de nos méthodes habituelles en raison de la faible masse souvent disponible. Par les méthodes conventionnelles, un volume minimal de digestat est requis pour permettre l'introduction de l'échantillon dans l'appareil en quantité suffisante pour la durée du dosage. L'utilisation d'un plus grand volume de digestat entraîne une hausse des limites de détection, qui conduit à des résultats souvent inférieurs à la limite de détection. Pour contrer cette situation, le CEAEQ a mis au point une méthode d'analyse des métaux dans les tissus animaux de faible poids par ICP-MS muni d'un injecteur SC-FAST de la compagnie ESI. Ce type d'injecteur réduit de façon considérable le volume d'échantillon requis pour l'analyse, 0.5 ml, comparativement à des volumes de 15 à 10 ml requis avec l'utilisation d'un système standard où de 5 à 10 ml d'échantillon sont requis. Un autre avantage est aussi le temps d'analyse et le temps de rinçage qui sont diminués de façon importante.

Cette méthode permet le dosage des métaux suivants à l'état de trace : arsenic, argent, chrome, fer, nickel, zinc, sélénium, cuivre, manganèse, cobalt, cadmium, plomb, molybdène et strontium dans les tissus animaux et les petits organismes.

1 Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs.

## AF-8

A. Lajeunesse<sup>1</sup>, C. Gagnon<sup>1</sup>, F. Gagné<sup>1</sup>, S. Louis<sup>1</sup>, S. Sauvé<sup>2</sup> et P. Čejka<sup>3</sup>

### DÉTERMINATION D'ANTIDÉPRESSEURS ET DE MÉTABOLITES DANS LES TISSUS BIOLOGIQUES PAR CHROMATOGRAPHIE LIQUIDE COUPLÉE À LA SPECTROMÉTRIE DE MASSE EN TANDEM (LC-MS/MS)

Des traces d'antidépresseurs ont récemment été détectées dans les eaux de surface (Metcalfe *et al.*, 2003) et de rejets municipaux nord-américains (MacLeod *et al.*, 2007; Schultz et Furlong, 2008; Lajeunesse *et al.*, 2008). Étant donné l'influence qu'ont les antidépresseurs sur les niveaux critiques de sérotonine de plusieurs organismes aquatiques (Sundin *et al.*, 1995; Fong, 1998; Rodriguez et Renaud, 1980), un urgent besoin de méthodes analytiques pour biota permettant d'allier sensibilité et spécificité est désormais nécessaire afin de mieux comprendre le devenir environnemental de telles substances. Dans le but d'atteindre les objectifs visés, une méthode analytique a été développée pour la détermination par LC-MS/MS de six antidépresseurs, ainsi que quatre de leurs métabolites dans différents tissus biologiques de truites et de moules d'eaux douces. La nouvelle méthode analytique permet la détection sensible des antidépresseurs avec une limite de détection (S/N = 3) moyenne de 0,05 ng/g de tissus humide. Les taux de récupération pour l'ensemble des tissus testés se situent entre  $46,5 \pm 2,4\%$  et  $90,1 \pm 4,6\%$  lorsque 200 mg de tissus sont rehaussés avec 25 ng de chacun des antidépresseurs. Le protocole impliquant une extraction liquide-liquide suivit d'une extraction sur phase solide (cartouches SCX) permet de limiter les effets de matrice à des valeurs  $\leq 12\%$  en mode d'ionisation positif par nébulisation électrostatique. Quelques résultats préliminaires d'expérimentations menées avec de réels spécimens de truites exposées en mésocosmes aux effluents de la ville de Montréal sont également rapportés.

1 Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, 105 rue McGill, Montréal (Qc.), H2Y 2E7.

2 Université de Montréal, Département de chimie, C.P. 6128, Montréal Centre-ville (Qc.), H3C 3J7.

3 Station d'épuration ville de Montréal, 12001 Boul. Maurice-Duplessis, Montréal (Qc.), H1C 1V3.

## AF-9

S. Roberge<sup>1</sup>, G. Guay<sup>1</sup>, G. Labbé<sup>1</sup>, A. Tremblay<sup>1</sup>, N. Dassylva<sup>1</sup>, S. Hébert<sup>2</sup> et S. Cloutier<sup>2</sup>

### MÉTHODE D'ANALYSE DES MÉTAUX TRACES DISSOUS PAR ICP-MS EN CONDITION PROPRE

Depuis 2004, la Direction du suivi de l'état de l'environnement (DSEE) du MDDEP effectue un suivi des métaux trace dans les eaux de plus de 30 rivières du Québec et le CEAEQ en assure l'analyse selon la méthode MA 203 - Mét-tr-1. Cette méthode est réalisée en salle propre où les échantillons, préalablement acidifiés lors de l'échantillonnage, sont décantés et dosés par ICP-MS.

Il existe dans la littérature plusieurs méthodes pour le dosage des métaux traces dissous où les échantillons sont filtrés dans un délai maximal de 24 heures. Nous ignorons actuellement si les résultats obtenus par décantation peuvent être comparés aux résultats obtenus par filtration. Suite à une demande de la DSEE, le CEAEQ a adapté une méthode avec filtration en conditions métaux traces. Celle-ci a été réalisée au cours de l'été 2008 parallèlement à la méthode habituelle, par décantation, ainsi qu'à une méthode de métaux extractibles à l'acide. La méthode a permis de doser les éléments suivants : argent, aluminium, arsenic, bore, baryum, béryllium, cadmium, cobalt, chrome, cuivre, fer, manganèse, molybdène, nickel, plomb, antimoine, sélénium, strontium uranium, vanadium et zinc tout en conservant les mêmes limites de détection.

La compilation et la comparaison des résultats permettront à la DSEE de déterminer la méthode la plus adéquate au suivi des métaux traces dans les rivières du Québec tout en obtenant des résultats comparables à ceux de la littérature.

- 1 Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs.
- 2 Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs.

## AF-10

M. Al-Sid-Cheikh<sup>1</sup>, É. Pelletier<sup>1</sup> et C. Rouleau<sup>2</sup>

### EXPOSITION DES PÉTONCLES D'ISLANDE (*CHLAMYS ISLANDICA*) À DES NANOPARTICULES D'ARGENT

Les nouvelles propriétés que procurent les nanoparticules (Np) métallique entraînent une augmentation de la consommation. L'exposition humaine mais également environnemental est accrue. Le déversement des Np dans l'environnement peut entraîner des effets défavorables sur la bioaccumulation. C'est pourquoi le domaine de la nanotoxicologie s'intéresse à l'effet et les risques potentiels des particules d'une taille inférieure à 100 nm. Les Np d'argent (NpAg) sont largement utilisées pour leurs propriétés de bon conducteur, de stabilité chimique, de catalyse et d'activité antibactérienne. Cependant, aucune étude ne permet de mettre en évidence la bioaccumulation sur la biomasse aquatique. Notre étude s'est intéressée à la cinétique et la distribution tissulaire des NpAg lors de l'accumulation et élimination chez le pétoncle d'Islande (*Chlamys islandica*). Afin de tracer les NpAg, d'une façon simple et rapide, les NpAg de 10 nm ont été synthétisés avec l'isotope d'argent 110 métastable (<sup>110m</sup>Ag<sub>Dis</sub>). Les animaux ont été exposés au Np pendant 12h via l'eau, suivit d'une période d'élimination de plusieurs semaines. Pour avoir un élément de comparaison l'exposition des Np<sup>110m</sup>Ag a été faite en parallèle avec l'<sup>110m</sup>Ag<sub>Dis</sub> de forme plus commune dans l'environnement aquatique. Les mesures de radioactivité ont été effectuées *in vivo* par comptage gamma. Des autoradiogrammes ont été réalisés afin de déterminer la distribution tissulaire des Np<sup>110m</sup>Ag et de l'<sup>110m</sup>Ag<sub>Dis</sub>. Dans les deux cas, 65 % du contenu est éliminé rapidement avec une demi-vie biologique de 4 jours. Le reste est éliminé plus lentement avec une demi-vie de 20 ± 10 jours pour le dissous et de 32,5 ± 14 jours pour les Np. Les distributions tissulaires sont relativement semblables, sauf pour des « points chauds » observés pour les Np dans l'hépatopancréas.

- 1 ISMER, institut des sciences de la mer, 310 Allée des Ursulines, Rimouski, Qc, G5L 3A1, Ca
- 2 IML, Institut Maurice-Lamontagne, 850 Route de la mer, Mont-Joli, Qc, G5H 3Z4, Ca

## AF-11

A. Bruneau<sup>1</sup>, M. Fortier<sup>1</sup>, F. Gagné<sup>2</sup>, C. Gagnon<sup>2</sup>, P. Turcotte<sup>2</sup>, T. Davies<sup>3</sup>, M. Auffret<sup>4</sup> et M. Fournier<sup>1</sup>

### COMPARAISON *IN VITRO* DE LA TOXICITÉ DES POINTS QUANTIQUES (CdS/CdTe) DU CADMIUM ET DU TELLURE CHEZ LA TRUITE ARC-EN-CIEL *ONCHORYNCHUS MYKISS* ET LA MOULE BLEUE *MYTILUS EDULIS*

Actuellement, les différentes nanoparticules sont utilisés dans la plupart des domaines qu'il s'agisse du domaine médical, des pharmaceutiques, des cosmétiques ainsi que du génie des matériaux. Cependant, il existe très peu de données écotoxicologiques sur ces nouveaux éléments. Notre étude vise donc à déterminer l'éventuelle toxicité d'un type de nanoparticules, les points quantiques (CdS/CdTe, Vivenano<sup>®</sup>) sur le système immunitaire de deux espèces : la truite arc en ciel *onchorynchus mykiss* et la moule bleue *Mytilus edulis*. Afin d'évaluer la toxicité de ces particules émergentes et de comparer leur toxicité avec les métaux qui la composent (cadmium et tellure) des tests *in vitro* ont été réalisés. Le rapport Cd/Te existant chez les points quantiques (CdS/CdTe, Vivenano<sup>®</sup>) étant de 6, deux gammes ont été évaluées : une gamme de chlorure de cadmium allant de 0 à 952 µg/ml et une gamme d'oxyde de tellure allant de 0 à 158 µg/ml. La viabilité des lymphocytes (provenant du pronéphros) de truites ainsi que celle des hémocytes de moules a été observée, de même que la phagocytose des macrophages de poissons et des hémocytes de moules. Ces mesures analysées en cytométrie en flux, ont permis de démontrer que les nanoparticules sont plus toxiques que l'oxyde de tellure (SiTeO<sub>3</sub>) et le cadmium (CdCl<sub>2</sub>) chez les macrophages de poisson et chez la moule (Poisson : mortalité à 50 % Nanoparticules : 195 µg/ml, Tellure : 662 µg/ml et Cadmium : 256,9 µg/ml, Moules mortalité à 50 % Nanoparticules : > 952 µg/ml, Cadmium : > 952 µg/ml, pas de toxicité du tellure). Pour les lymphocytes de poissons, les métaux se sont révélés plus toxiques (Poisson : mortalité à 50 % Nanoparticules : 42,6 µg/ml et Tellure : 5,5 µg/ml et le Cadmium : 12,4 µg/ml). Ainsi il apparaît que les points quantiques soient moins toxiques que le chlorure de cadmium et le tellure, dont ils sont composés, pour les hémocytes de moules et les macrophages de truite. Cependant, les lymphocytes de truites semblent, quand à eux, plus sensibles aux métaux (cadmium et tellure) qu'aux nanoparticules traduisant une différence de sensibilité entre les types cellulaires.

- 1 INRS Institut Armand Frappier, 521 Boulevard des prairies, Laval, Qc, Canada.
- 2 Environnement Canada, 105 Mc Gill, Montréal, Qc, Canada.
- 3 IUEM, Lemar, Place Nicolas Copernic. Technopole Brest Iroise, Plouzané, France.
- 4 Environnement Canada, Place Vincent-Massey, Gatineau, Qc, Canada.

## AF-12

Q. Nguyen<sup>1,2</sup>, P. Turcotte<sup>1</sup>, S. Sauvé<sup>2</sup>, C. Gagnon<sup>1</sup>

### LE DEVENIR DES NANOPARTICULES D'ARGENT EN MILIEU AQUEUX

La technologie émergente des nanomatériaux dans les domaines de l'optique, de l'électronique ou encore de la médecine commence également à s'appliquer dans le domaine des produits du quotidien tels que les textiles, les ustensiles de cuisine ou encore les jouets. La problématique des nanoparticules d'argent (nAg) pose un enjeu émergent dû à son utilisation croissante, à son rejet dans l'environnement ainsi qu'à son potentiel de toxicité. Les eaux usées et les eaux naturelles seront investiguées pour déterminer le devenir de ces nanoparticules. La méthode d'évaluation consistait à fractionner des nAg dans l'eau pure (Milli-Q) ainsi que dans l'eau du fleuve St-Laurent par filtration (de 0.45 µm à 0.025 µm) et ultrafiltration (de 100kDa à 1kDa). Il s'agit de distinguer la fraction particulaire de la fraction dite dissoute qui elle-même se subdivise en partie colloïdale et perméable. L'analyse chimique dans les fractions s'est faite par ICP-Emission Spectroscopique. Les résultats préliminaires indiquent un comportement des nAg dicté par deux paramètres : 1) La taille de la particule : les particules de petite taille ont une surface spécifique plus élevée et une propension plus grande à s'agréger ; 2) la nature de la matrice : le milieu récepteur influence sur l'agrégation des particules ou au contraire les stabilise, voire favorise leur fragmentation. Les résultats obtenus montrent que différents paramètres sont à prendre en compte pour comprendre le comportement des nAg dans l'eau (taille, milieu récepteur) et expliquer sa vectorisation et finalement sa biodisponibilité. Des recherches plus poussées seront nécessaire pour caractériser l'influence des paramètres physico-chimiques des eaux réceptrices sur le devenir des nanoparticules rejetées

- 1 Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, 105 McGill, Montréal, Qc. H2Y 2E7.
- 2 Département de Chimie, Université de Montréal.

## AF-13

M. Lavoie<sup>1</sup>, C. Fortin<sup>1</sup> et P.G.C. Campbell<sup>1</sup>

### IMPACT DU Ca ET DES OLIGO-ÉLÉMENTS DANS LA MODULATION DE LA PRISE EN CHARGE ET DE LA TOXICITÉ DU Cd CHEZ LE PHYTOPLANCTON

Dans le cadre du modèle du ligand biotique (MLB), les cations majeurs tels que le  $\text{Ca}^{2+}$  sont considérés comme de simple compétiteurs pour la prise en charge du  $\text{Cd}^{2+}$  chez les cellules algales, ce qui procure une certaine protection contre la toxicité induite par le Cd. Le rôle des oligo-éléments essentiels ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) est considéré comme négligeable. Cependant, des études récentes dans notre laboratoire avec l'algue verte *Pseudokirchneriella subcapitata* ont démontré que l'influence des cations était beaucoup plus complexe qu'anticipée à l'origine. En effet, le  $\text{Ca}^{2+}$  ainsi que le  $\text{Mn}^{2+}$ , le  $\text{Cu}^{2+}$  et le  $\text{Co}^{2+}$  ne conféraient aucune protection contre la toxicité du  $\text{Cd}^{2+}$  pour des expositions à long terme chez cette dernière espèce, tandis que le  $\text{Fe}^{3+}$  et le  $\text{Zn}^{2+}$  étaient des protecteurs efficaces. Nous planifions donc d'étudier l'effet de ces cations basiques et oligo-éléments essentiels (à l'intérieur d'une gamme de concentrations réalistes au niveau environnemental) sur la toxicité du  $\text{Cd}^{2+}$  chez une autre espèce d'algue verte, soit *Chlamydomonas reinhardtii*, afin d'évaluer si l'effet de ces cations essentiels sur la toxicité du  $\text{Cd}^{2+}$  peut être généralisé à un autre organisme similaire. La prise en charge de Cd sera déterminée après des expositions à court et à long terme en présence de diverses concentrations de  $\text{Ca}^{2+}$  et d'oligo-éléments essentiels. Ce projet de recherche contribuera au raffinement des modèles de prise en charge et de toxicité tels que le MLB et mènera à de meilleures prédictions de la toxicité des métaux chez les algues d'eau douce vivant sous l'influence de différentes conditions chimiques.

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

## AF-14

C. Boillot<sup>1,2</sup>, G. Triffault-Bouchet<sup>1</sup>, G. Soumis-Dugas<sup>1,2</sup>, R. Galvez-Cloutier<sup>2</sup> et L. Martel<sup>1</sup>

### ÉCOCOMPATIBILITÉ D'UNE TECHNIQUE DE RESTAURATION VIS-À-VIS DE LA BAIE MISSISQUOI (LAC CHAMPLAIN). RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

La baie Missisquoi (Québec) couvre 4% de la surface du lac Champlain. Depuis plusieurs années, cette petite baie, peu profonde est soumise aux pressions anthropiques (présence de phosphore, ammonium, métaux, PCB ...) et à l'eutrophisation avec notamment la prolifération estivale de cyanobactéries. L'objectif de notre étude est d'évaluer l'écocompatibilité d'une technique de restauration vis-à-vis de la baie. Cette technique combine la précipitation du phosphore présent dans la colonne d'eau avec de l'alun à un recouvrement actif (roche calcaire et sable) permettant de piéger les contaminants à la surface du sédiment, d'assurer la stabilité de l'ensemble et de favoriser la recolonisation du milieu. Pour cette évaluation, un essai en système multi-espèces (microcosme) a été sélectionné. Cet outil permet de simuler le scénario d'étude et d'évaluer ses effets vis-à-vis de six espèces représentatives de deux niveaux trophiques : les producteurs primaires *Pseudokirchneriella subcapitata* et *Lemna minor* et les consommateurs primaires *Daphnia magna*, *Hyallela azteca* et *Chironomus riparius*. L'essai est réalisé dans des béciers de 2 litres, la durée d'exposition est de 28 jours. Trois scénarios ont été testés : un témoin contenant l'eau et le sédiment de la baie, l'application de l'alun seul et l'application de la technique de restauration complète (alun, roche calcaire et sable). Les résultats préliminaires montrent que la technique complète engendre des effets vis-à-vis de la survie de *H. azteca* et de la croissance de la population de *L. minor*. Une analyse détaillée des résultats est maintenant attendue en vue de déterminer la présence ou l'absence d'effets significatifs des techniques vis-à-vis des organismes exposés.

1 : CEAEQ - Division Écotoxicologie et Évaluation du risque, Complexe Scientifique, 2700, rue Einstein, bureau E-2-220, Sainte Foy (Qc) G1P 3W8 - CANADA

2 : Département génie civil, Faculté des sciences et de Génie, Université Laval, Québec (Qc) G1K 7P4 - CANADA.

## AF-15

É. Veilleux<sup>1</sup>, C. Bastien<sup>1</sup>, R. Lemire<sup>1</sup>, R. Cardin<sup>1</sup>, J. Dumas<sup>1</sup> et J. Rossa<sup>2</sup>

### ÉVALUATION DE TOXKITS COMMERCIAUX ET COMPARAISON AVEC DES TESTS DE TOXICITÉ STANDARDS

La toxicité environnementale se mesure via des tests standardisés tels ceux utilisant la daphnie (*Daphnia magna*), l'algue verte (*Pseudokirchneriella subcapitata*) ou la bactérie *Vibrio fischeri*. Les tests avec la daphnie et l'algue requièrent le maintien d'élevages qui peuvent être difficiles à démarrer et qui demandent beaucoup de temps d'entretien. Depuis quelques années, des toxkits, présentés comme étant plus rapides et moins dispendieux que les tests standards, sont offerts commercialement. La principale différence entre les toxkits et les tests standards réside dans le fait que les toxkits contiennent tout le matériel nécessaire à la réalisation du test, incluant les organismes sous forme dormante. Le but de cette étude est de comparer la sensibilité et la variabilité de 3 toxkits (Daphtoxkit, Rotoxkit et Thamtoxkit) avec 3 tests de toxicité standards couramment utilisés (Microtox, daphnie et algue) en utilisant 2 toxiques de référence : un mélange de 7 métaux lourds (polluant inorganique) et un mélange de chlorophénols et d'acides résiniques (polluant organique). Les résultats indiquent que les toxkits sont relativement simples à utiliser et qu'ils possèdent une sensibilité et une variabilité comparables à celles des tests standards. Presque tous les tests (incluant les toxkits mais pas Microtox) ont montré une plus grande sensibilité au polluant inorganique qu'au polluant organique. Toutefois, il appert que les toxkits ne sont pas moins chers que les tests standards puisque ceux-ci ne contiennent que le matériel pour réaliser 6 essais, ce qui est souvent insuffisant lorsque des pré-tests sont requis ou quand les tests doivent être repris pour diverses raisons.

1 Centre d'expertise en analyses environnementales du Québec (CEAEQ), Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs (MDDEP), 2700 rue Einstein, Ste-Foy (Québec), Canada.  
2 Université Paul Verlaine, 57970 Yutz (Lorraine), France.

## AF-16

M-C. Perron<sup>1,2,3</sup>, N. Boucher<sup>4</sup>, F. Bellemare<sup>4</sup> et P. Juneau<sup>1,2,3</sup>.

### EFFETS DE PERTURBATEURS ENDOCRINIENS SUR L'EFFICACITÉ PHOTOSYNTHÉTIQUE D'ALGUES ET DE CYANOBACTÉRIES

Parmi les nombreux toxiques qui se retrouvent dans les milieux aquatiques, les perturbateurs endocriniens peuvent dérégler le fonctionnement normal du système endocrinien de plusieurs organismes, entraînant des conséquences qui peuvent être importantes. Il est donc primordial de pouvoir les détecter, d'autant plus que la grande majorité de ceux-ci ne sont pas éliminés par le traitement de l'eau. Le présent projet vise à vérifier si trois perturbateurs endocriniens, soit le 4-octylphénol, le 4-nonylphénol et le  $\beta$ -estradiol, à des concentrations allant de 0,1 à 5ppm, ont un effet sur la photosynthèse afin d'utiliser l'inhibition de ce processus comme biomarqueur. Pour parvenir à cet objectif, deux algues vertes (*Chlamydomonas reinhardtii* souche CC125, *Pseudokirchneriella subcapitata* souche CPCC37) et deux cyanobactéries (*Microcystis aeruginosa* souche CPCC299 et CPCC632) ont été exposées à ces substances pour une courte période (15 minutes). Des mesures de l'efficacité photochimique ont été effectuées à l'aide du fluorimètre PEA (*Hansatech*). Nous avons observé un effet significatif des perturbateurs endocriniens dès 0,5ppm. L'ordre de tolérance des différentes espèces aux perturbateurs endocriniens testés est la suivante : *P. subcapitata* > *M. aeruginosa* souche 299 > *C. reinhardtii* > *M. aeruginosa* souche 632. À la lumière de ces résultats, nous pouvons envisager l'utilisation de bioessais rapides basés sur l'efficacité photochimique pour la détection de perturbateurs endocriniens présents dans l'eau.

1 Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal.  
2 CRC en Écotoxicologie des Microorganismes Aquatiques.  
3 Centre de recherche en toxicologie de l'environnement (TOXEN).  
4 Lab-Bell Inc., Shawinigan.

## AF-17

E. Farcy<sup>1</sup>, A. Bruneau<sup>1</sup>, P. Brousseau<sup>1</sup>, M. Fortier<sup>1</sup>, S. Chilmunczik<sup>2</sup>, S. Betoulle<sup>3</sup> et M. Fournier<sup>1</sup>

### EFFETS IMMUNOTOXIQUES DE POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS CHEZ LA TRUITE COMMUNE (*Salmo trutta*) DE KERGUELEN

L'île de Kerguelen est située en zone sub-antarctique et présente la particularité d'être une zone subissant peu de pression anthropique d'origine directe. Pourtant, une étude exploratoire a mis en évidence une forte imprégnation des tissus de truite commune (*Salmo trutta*) par des biphényles polychlorés (BPCs). Dans ce contexte, le projet RISKER a pour ambition d'étudier les effets d'une contamination en polluants organiques persistants (POPs) chez la truite commune de Kerguelen. Pour cela, des données écotoxicologiques (concentrations en POPs, statut immunitaire, indicateurs de neurotoxicité, perturbations endocriniennes) seront associées aux traits d'histoire de vie (âge, sexe, régime alimentaire, stade de maturation gonadique, statut migrateur) de truites prélevées à Kerguelen. Le laboratoire de Michel Fournier est impliqué dans le volet qui consiste à évaluer le statut immunitaire des truites de Kerguelen directement sur le terrain à l'aide d'un cytomètre de flux portable. La première campagne d'échantillonnage RISKER aura lieu de mi-novembre 2009 à mi-avril 2010 à Kerguelen. L'objectif principal, avant cette mission, est d'identifier les paramètres immunitaires les plus pertinents pour répondre à la problématique de l'exposition à des polluants organiques persistants (PCB et PBDE) chez la truite. Pour cela, plusieurs marqueurs immunitaires sont testés en effectuant des expositions *in vitro* de leucocytes à différents POPs, notamment le PCB modèle CB 153. Différents paramètres cellulaires sont étudiés : viabilité, cycle cellulaire et apoptose. Les fonctions immunitaires ciblées sont la phagocytose et la prolifération lymphoblastique. Les résultats de ces premières investigations seront présentés.

- 1 Laboratoire d'Immunotoxicologie environnementale, INRS-IAF, Laval, Canada
- 2 Laboratoire de Virologie et Immunologie Moléculaires, INRA, Jouy en Josas, France
- 3 Laboratoire d'Ecotoxicologie, Université de Reims, France.

## AF-18

S. Masson<sup>1</sup> et V. Brillant-Blais<sup>1</sup>

### DÉVELOPPEMENT D'UNE UNITÉ MÉTHODOLOGIQUE EN MODÈLE ANIMAL À L'AQUARIUM DU QUÉBEC

A moyen et long terme, le Parc Aquarium du Québec-SÉPAQ (PAQ) vise à implanter une animalerie d'organismes vertébrés et invertébrés qui sont nécessaires aux travaux de recherche en écotoxicologie. Grâce à l'expertise reconnue du PAQ en ce domaine, cette animalerie permettra à l'ensemble des membres du CIRÉ, ainsi qu'aux différentes institutions de recherches à travers le Canada, d'avoir accès à des organismes permettant de mener une batterie d'essais plus conséquente pour leurs besoins. Les laboratoires privés, institutionnels et industriels qui doivent effectuer ces essais pourront réaliser des économies importantes en s'y procurant, au besoin, des organismes rencontrant des hauts standards de qualité.

Le maintien des élevages et des cultures d'organismes est généralement une charge très lourde qui limite le recours aux essais les plus appropriés dans les études écotoxicologiques. Le PAQ pourra sur ces bases développer un marché actuellement vacant sur la scène québécoise et canadienne. Parmi les espèces qui pourront être implantées dans l'animalerie aquatique, il y aura des espèces phytoplanctoniques (*P. subcapitata*, *C. reinhardtii*, *Isochrysis sp.*, etc.), des plantes aquatiques (*L. minor*, etc.), des espèces zooplanctoniques (*D. magna*, *A. salina*, etc.), des espèces benthiques (*H. azteca*, *C. riparius*, *E. complanata*, etc.) ainsi que des espèces ichtyologiques (*O. mikiss*, *P. promelas*, *G. aculeatus*, etc.). Un plan d'implantation graduelle des élevages et des cultures sera convenu afin de répondre le plus rapidement aux besoins les plus importants.

- 1 Aquarium du Québec-SEPAQ, Québec, Québec, Canada.



## AF-19

A. Khadraoui<sup>1,2</sup>, N. de Marcellis-Warin<sup>2,3</sup>, B. Aubert<sup>2,4</sup> et I. Peignier<sup>2</sup>

### MODÉLISATION DES RÈGLEMENTATIONS LIÉES AU STOCKAGE ET AU TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES AU QUÉBEC ET AU CANADA

L'activité industrielle nécessite la production, l'utilisation et le transport de matières dangereuses (MD). Le cadre législatif entourant les MD, neuves ou résiduelles, cherche à protéger la santé des populations et des travailleurs et l'environnement. Des obligations sont émises par les ministères de l'environnement, santé, sécurité civile et transport au niveau provincial et fédéral en plus des réglementations internationales pour l'aérien et le maritime, des règlements concernant certains produits (pétroliers, explosifs, nucléaires, etc.) mais aussi le code de la sécurité routière ou de construction, etc. Les entreprises doivent se mettre en conformité avec l'ensemble de ces réglementations. Mais cela n'est pas chose facile. Une étude complète des réglementations a été effectuée pour mieux comprendre les interactions entre les différents niveaux de réglementation, pour avoir une vision globale des contraintes réglementaires associées aux activités logistiques des MD et identifier les inconsistances, les contradictions ou les manques entre chaque niveau ou chaque réglementation. La plupart de ces points constitue des zones d'ombre ou d'ambiguïté concernant les réglementations MD et posent ou risquent de poser des difficultés en pratique. Notre objectif ici est d'analyser les différents aspects des réglementations liées au transport et au stockage des MD au Québec et au Canada pour ensuite les modéliser. En construisant des cartes conceptuelles utilisées pour modéliser les systèmes d'information cela permettra de mieux visualiser le contexte réglementaire dans son ensemble et d'avoir une meilleure compréhension des interactions entre les réglementations touchant tous les aspects de la logistique des MD.

1 Université de Genève.

2 CIRANO.

3 École Polytechnique de Montréal, CIRRELT.

4 HEC.

## AF-20

R. Michaud<sup>1</sup>, P. Lesage<sup>1</sup>, C. Belley<sup>1</sup>, E. Clement<sup>1</sup>, R. Samson<sup>1</sup> et M. Margni<sup>1</sup>

### EXTENDING SYSTEM BOUNDARIES TO CAPTURE INDIRECT EFFECTS ON LCA - AN ENLIGHTENING EXAMPLE!

Based on a comparative LCA on light bulbs - incandescent vs. fluorescent - in a Quebec context, this paper discusses the importance of properly setting the system boundaries in LCA. Results for three different system boundary levels are presented and discussed in relationship with their capabilities to capture direct, indirect and avoided impacts, respectively.

The first boundary level includes all the unit processes required for the light bulbs production, distribution, use and end-of-life. Results show that fluorescent light bulbs generate less impact compared to the incandescent one on all damage indicators, the use phase being the larger contributor in both systems. Such conclusions, as previously obtained by supposing an electricity production 100 % from coal<sup>a</sup>, are thus also available in a context where the electricity mix is principally based on hydropower.

However, when considering that light bulbs are used indoor, one should consider the indirect impacts of the heat generated from the light bulbs on the heating system. The system boundary has therefore to be extended including the generated heat as a co-product during winter (or a waste to be treated by additional air conditioning in summer). The solution to favour depends therefore on the electricity production mix, as well as the type and the efficiency of the heating system.

Finally, the system boundary could/should be further expanded to assess the avoided impacts generated by the energy saved, and used elsewhere, when substituting the incandescent light bulb. The final answer again depends on how saved energy will be used.

<sup>a</sup> PARSONS (2006). The Environmental Impact of Compact Fluorescent Lamps and Incandescent Lamps for Australian Conditions, The Environmental Engineer, Journal of the Society for Sustainability and Environmental Engineering, Institution of Engineers, Australia, Vol. 7 No. 2, pp.8-14.

1 CIRAIQ, Chemical Engineering Dpt., Ecole Polytechnique de Montréal (Qc).