

## Table des matières

	PAGE
<b>Le 8<sup>e</sup> colloque annuel .....</b>	<b>2</b>
<b>Chapitre Saint-Laurent.....</b>	<b>6</b>
<b>Programme scientifique .....</b>	<b>9</b>
<b>Session d’affichage .....</b>	<b>11</b>
<b>Atelier .....</b>	<b>14</b>
<b>Bourses du Chapitre Saint-Laurent .....</b>	<b>15</b>
<b>Présentation spéciale .....</b>	<b>15</b>
<b>Prix étudiants .....</b>	<b>16</b>
<b>Nos partenaires.....</b>	<b>17</b>
<b>Résumés des présentations.....</b>	<b>35</b>
<b>Index des auteurs .....</b>	<b>74</b>



## Le 8<sup>e</sup> colloque annuel

Le début de ce nouveau millénaire incite à faire le bilan des tendances observées en environnement à ce jour. Les prédictions des modèles nous interpellent tous par leurs scénarios alarmants qui semblent se confirmer sur la base des données actuelles. Dans bien des cas, certaines problématiques environnementales n'étaient même pas soupçonnées il y a quelques années. On pense, par exemple, aux gaz à effet de serre, aux perturbateurs endocriniens et aux organismes génétiquement modifiés (OGM). Nous constatons déjà les effets des changements climatiques au Canada. Leurs conséquences potentielles sur les écosystèmes, la santé humaine et l'économie constituent une préoccupation environnementale majeure. Parmi les contaminants perturbant le système endocrinien, les polluants organiques persistants (POPs), sont toujours une source d'inquiétude importante. Bien que plusieurs de ces contaminants aient été réglementés en Amérique du Nord, leurs concentrations dans l'environnement présentent toujours un risque pour les écosystèmes et pour la santé humaine en raison de leur persistance et de leur entrée continue dans l'environnement à partir de sites contaminés et de sources d'émission éloignées. Les composés pharmaceutiques constituent une nouvelle classe préoccupante de contaminants susceptibles d'affecter non seulement le système endocrinien mais aussi les systèmes immunitaire et neurologique et, dans le cas des antibiotiques, d'augmenter la prévalence de pathogènes antibio-résistants. À ces problématiques liées au développement démographique s'ajoutent celles liées au développement de nouvelles technologies, plus particulièrement les nanotechnologies et les biotechnologies. En ce qui concerne ces dernières, l'impact sur l'environnement et sur la santé publique du potentiel de dissémination d'espèces transgéniques ou de transgènes demeure inconnu et inquiète la population.

Face à ces nouvelles préoccupations environnementales, comment se définissent les priorités d'action en matière de recherche, d'éducation et de gestion de l'environnement ? Comment balancer les efforts entre la recherche sur les sujets prioritaires de l'heure et la recherche exploratoire permettant d'identifier et de détecter de façon hâtive les nouveaux enjeux environnementaux ? Le comité organisateur du 8<sup>e</sup> colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent désire susciter des échanges et un débat sur ces questions lors de la plénière d'ouverture et de l'atelier de clôture du colloque. Le thème de l'atelier « *Dans quelle mesure les nouvelles priorités environnementales doivent-elles encadrer la formation et la recherche ?* » vise plus spécifiquement à discuter de l'importance à accorder à ces nouvelles préoccupations dans la formation des jeunes chercheurs et autres professionnels de l'environnement.



## **MOT DE LA PRÉSIDENTE DU COLLOQUE**

Au nom du Comité organisateur, j'aimerais vous souhaiter la bienvenue à l'occasion de ce 8<sup>e</sup> Colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent.

Nous sommes tous et toutes des acteurs sur la scène de l'écosystème planétaire et nous nous sommes engagés chacun et chacune pour comprendre et agir sur les problèmes en environnement. Nous avons tous en tête, quotidiennement, notre objectif ultime qui est de préserver la santé de l'écosystème dans lequel nous vivons. Tellement de questions et de défis émergent de la situation actuelle! Prenons, ne serait-ce que pour ces dernières semaines, ce que l'OMS a défini comme priorités d'action et de recherche 1) la lutte contre le cancer de la peau dû au rayonnement ultraviolet ; 2) la sécurité sanitaire des aliments; 3) une stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé; 4) une stratégie mondiale pour la santé génésique et finalement, 5) une résolution sur la famille et la santé.

Le début de ce nouveau millénaire nous interpelle donc par la globalité des problèmes environnementaux qui touchent autant l'humain dans toutes ses facettes, que la faune et la flore, par l'action de l'homme sur ces compartiments et l'utilisation qu'il en fait. Dans bien des cas, certaines problématiques environnementales n'étaient même pas soupçonnées il y a quelques années. On pense entre autres aux gaz à effet de serre, aux perturbateurs endocriniens et aux OGM. Nous constatons déjà les effets des changements climatiques au Canada. Leurs conséquences potentielles sur les écosystèmes, la santé humaine et l'économie constituent une préoccupation environnementale d'envergure. Les prédictions des modèles nous interpellent tous par leurs scénarios alarmants qui semblent se confirmer par les données actuellement disponibles. À ces problématiques liées au développement démographique s'ajoutent celles liées au développement de nouvelles technologies, plus particulièrement les nanotechnologies et les biotechnologies.

Notre réflexion en ce début de siècle nous incite donc à faire le bilan des tendances observées en environnement résultant des choix de société du dernier siècle.

C'est pourquoi le comité organisateur vous a proposé ce défi de nous aider à réfléchir sur les priorités d'action en matière de recherche, d'éducation et de gestion de l'environnement face à ces préoccupations environnementales d'envergure.

La préparation de ce colloque nous a donné de grandes satisfactions, car d'année en année, la réponse des fidèles du Chapitre et des nouveaux qui s'associent à nous, demeure constante et enthousiaste. Avec les 39 communications orales et les 36 affiches qui seront présentées au cours de ces deux jours, vous serez à même de constater que ces préoccupations sont bien réelles et que la fragilité des écosystèmes n'est pas un concept mais une réalité. Autant les diverses avancées de la recherche pour la compréhension des effets réels des contaminants et de leurs mécanismes d'action, que l'ébauche de stratégies globales pour la gestion intégrée des eaux et des sols sauront vous stimuler pour cette réflexion commune.

Le Colloque a été structuré pour aborder divers sujets reliés à un état de la santé des compartiments aquatique, terrestre et sédimentaire selon les risques qu'on y rencontre et les effets sur différentes espèces. Certaines méthodes de gestion et certaines technologies développées pour remédier à des problématiques environnementales seront aussi traitées. C'est en résumé le menu de nos trois sessions simultanées des deux journées du Colloque.

À l'ouverture, Mme Chantal Line Charpentier, de la Commission de coopération environnementale de l'Amérique du Nord, amorcera notre réflexion thématique par la présentation des défis reliés au mandat de la CCE, de se pencher sur les problèmes environnementaux à l'échelle du continent nord-américain, de contribuer à la prévention des différends commerciaux et environnementaux et de promouvoir l'application efficace des lois de l'environnement. M. Charles Menzie continuera dans la même foulée et nous montrera les actions de la SETAC en matière de recherche environnementale et de sensibilisation du public aux problèmes de l'environnement. À l'atelier de la seconde journée, ces nouveaux enjeux environnementaux seront considérés comme étant des facteurs déterminants pour la définition des priorités d'action en matière de recherche, d'éducation et de gestion de l'environnement. Restera-t-il une place pour la « recherche – création » à l'avenir ou uniquement pour la « recherche- action »? Les panélistes nous feront part de leur point de vue à ce sujet... Le contenu que nous vous proposons se veut des plus intéressants et comme vous pourrez le constater il est composé d'un nombre inédit de présentations et d'affiches. Le tout s'ajoute à une séance de formation en statistique tenue la journée précédant le Colloque.

Finalement, nous avons voulu profiter de ce 8<sup>e</sup> Colloque réunissant le monde universitaire, gouvernemental et industriel pour inviter M. Thomas Mulcair, ministre de l'environnement du Québec, à nous informer de sa vision et des actions de son ministère en regard de ces préoccupations environnementales actuelles.

Tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce 8<sup>e</sup> Colloque tant par leur travail que par leur support vous assurent deux jours de contacts et d'échanges fructueux. Je les remercie en votre nom et souhaite un bon Colloque à tous les participants.

Jocelyne Pellerin  
Présidente du 8<sup>e</sup> Colloque du Chapitre Saint-Laurent

## COMITÉ ORGANISATEUR

---

### LES RESPONSABLES

**Jocelyne Pellerin,**

(Université du Québec à Rimouski, ISMER)

**Louis Martel,**

(Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec)

**Paul Benoît,**

(Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec)

**Agnès Renoux,**

(Sanexen Services environnementaux inc.)

**Anne-Marie Lafortune,**

(Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec)

**Raynald Chassé,**

(Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec)

Présidente

Programme

Logistique

Commandites

Communications

Trésorerie et inscriptions

### L'ÉQUIPE

Sylvain Arsenault

Pierre Ayotte

David Berryman

Louise Champoux

Danielle Cloutier

Catherine Couillard

Jean-François Doyon

Claude Fortin

Rosa Galvez-Cloutier

Jacques Giguère

Lucie Laforte

Stéphane Masson

Annick Michaud

Caroline Olsen

Lise Parent

Céline Porcher

EXXEP Environnement

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)

Ministère de l'Environnement du Québec

Environnement Canada

Institut Maurice Lamontagne

Association minière du Québec (AMQ)

INRS-Eau, terre et environnement

Université Laval

Centre de transfert technologique en écologie industrielle

INRS-Eau, terre et environnement

INRS-Eau, terre et environnement

INRS-Eau, terre et environnement

Corem

Télé-Université

Consultants Jacques Bérubé inc.



## 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.



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

## **MOT DU PRÉSIDENT DU CHAPITRE**

Je suis très heureux de vous souhaiter la bienvenue au 8<sup>e</sup> colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent. Je suis d'autant plus heureux que ce 8<sup>e</sup> colloque m'apparaît confirmer l'intérêt grandissant de nos scientifiques pour cette rencontre annuelle. Encore cette année, vous avez répondu en grand nombre à l'appel et trois sessions parallèles précédées d'une journée de formation ont pu être organisées pour nos membres. C'est donc avec un grand plaisir que j'invite chacun de vous à échanger afin que ce 8<sup>e</sup> colloque soit des plus enrichissants.

Je vous invite aussi à assister à votre assemblée générale annuelle qui se tiendra vendredi matin. Vous y prendrez connaissance des diverses réalisations et activités de votre conseil d'administration qui, tout au cours de l'année, s'est efforcé de promouvoir le développement du Chapitre notamment par les réunions bimensuelles, les comités, les séminaires, le site Internet, le programme de bourses étudiantes ainsi que notre participation à l'organisation d'une séance spéciale sur le fleuve Saint-Laurent dans le cadre du 2<sup>e</sup> Symposium International sur les sédiments contaminés de l'ASTM tenu l'an passé à Québec. Lors de cette assemblée nous pourrons aussi discuter de notre participation à l'organisation locale du 27<sup>e</sup> Congrès nord-américain du SETAC, qui se tiendra à Montréal en novembre 2006. En effet, cette année, après de longues démarches faites par certains de nos membres, est une année marquante pour votre Chapitre avec la confirmation par le SETAC de la tenue, à Montréal, de son 27<sup>e</sup> congrès annuel. Encore une fois votre chapitre se démarque par son dynamisme et je compte sur votre implication pour que cet événement d'envergure internationale soit une réussite à tous les niveaux.

En parallèle, le Chapitre se prépare déjà pour un autre événement majeur en 2006, soit le 10<sup>e</sup> anniversaire de la fondation de votre Chapitre. Nous souhaitons faire de notre 10<sup>e</sup> colloque, un événement spécial au Québec où nous pourrons souligner les efforts de certains de nos membres ayant fortement contribué à l'essor du Chapitre. À travers ces diverses activités, vos représentants ont fait valoir l'importance d'une organisation comme la nôtre. Nous croyons que la communauté scientifique et l'expertise québécoise bénéficient d'un tel outil d'échange et de communication à la fois plurisectoriel et multidisciplinaire. Vous y croyez vous aussi puisque vous êtes là. Votre participation est essentielle. Je vous convie donc, toutes et tous, à venir assister à votre assemblée générale annuelle pour faire la différence et pour saluer l'excellent travail du conseil d'administration et du comité organisateur du 8<sup>e</sup> colloque du Chapitre Saint-Laurent.

Je vous souhaite donc, à toutes et à tous, un 8<sup>e</sup> colloque des plus enrichissants. Je tiens aussi à vous dire, en mon nom, au nom du conseil d'administration et du comité organisateur du 8<sup>e</sup> colloque « *Merci de votre participation* ».

Christian Gagnon  
Président du Chapitre Saint-Laurent

## **CONSEIL D'ADMINISTRATION 2003/2004**

### **L'exécutif :**

<b>Christian Gagnon,</b>	Président	Centre Saint-Laurent, Environnement Canada
<b>Caroline Olsen,</b>	Vice-présidente	COREM
<b>Marjolaine Bisson,</b>	Secrétaire	Sanexen Services environnementaux Inc.
<b>Cédric Chenevier,</b>	Trésorier	DDH Environnement Ltée
<b>Anne-Marie Lafortune,</b>	Membre d'office	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

### **Les directeurs :**

<b>David Berryman,</b>	Ministère de l'Environnement du Québec
<b>Sophie Chaperon,</b>	Université de Montréal
<b>Stéphane Masson,</b>	INRS-Eau, terre et environnement

## Jeudi, le 3 juin 2004

8h00 à 16h00	<b>INSCRIPTION</b>		
8h30 à 8h40	<b>SALLES RRÉSL + HYDRO-QUÉBEC</b> <b>ACCUEIL</b> Mot de bienvenue - Jocelyne Pellerin, UQAR, Présidente du 8 <sup>e</sup> Colloque		
8h40 à 9h10	<b>OUVERTURE DU COLLOQUE</b> Thomas Mulcair, ministre de l'Environnement du Québec		
9h10 à 9h40 9h40 à 10h10	<b>CONFÉRENCES D'OUVERTURE</b> Chantal Line Carpentier, Commission de coopération environnementale de l'Amérique du Nord Charles Menzie, Menzie, Cura & Associated (représentant de la SETAC)		
10h10 à 10h15	Mot du président du Chapitre Saint-laurent, Christian Gagnon, Centre Saint-Laurent		
10h15 à 11h45	<b>SALLE CAMBIOR</b> <b>SESSION D'AFFICHES</b>		
11h45 à 13h15	<b>DÎNER</b>		
	<b>SALLE RRÉSL</b> Écotoxicologie du Saint-Laurent Michel Fournier, INRS-IAF	<b>SALLE HYDRO-QUÉBEC</b> Contamination et gestion des sols Louise Deschênes, Université de Montréal	<b>SALLE CEAEQ</b> Géochimie sédimentaire Claude Fortin, INRS-ETE
13h15 à 13h40	<b>A-1:</b> Effets chroniques d'une exposition à long terme à un effluent municipal chez la moule d'eau douce <i>Elliptio complanata</i> <i>F. Gagné, C. Blaise et J. Hellou</i>	<b>B-1:</b> Développement d'une méthode d'évaluation de la mobilité et de la biodisponibilité des éléments traces métalliques (ÉTM) d'un sol <i>V. Bécaert, R. Chassé, M. Giroux et al.</i>	<b>C-1:</b> Apports atmosphériques de thallium et d'indium dans deux lacs du Bouclier canadien et potentiel pour le suivi environnemental <i>L. Laforte, A. Tessier et C. Gobeil</i>
13h40 à 14h05	<b>A-2:</b> Utilisation du DGT pour l'évaluation de la spéciation des métaux dans le panache de dispersion des effluents de la Ville de Montréal <i>A. Boeriu, C. Gagnon et S. Sauvé</i>	<b>B-2:</b> Développement d'une procédure d'évaluation de la biodisponibilité des métaux contenus dans des résidus inorganiques industriels non dangereux <i>A. Gosselin, L. Martel, K. Pichette et al.</i>	<b>C-2:</b> Convertisseur catalytique automobile et contamination régionale en platine (Pt) et palladium (Pd) de lacs du Québec <i>L. Bérubé, A. Tessier et C. Gobeil</i>
14h05 à 14h30	<b>A-3:</b> Altérations de la composition de la coquille et la vitellogénèse chez l'arthropode <i>Gammarus locusta</i> de la région du fjord du Saguenay <i>F. Gagné, C. Blaise et J. Pellerin</i>	<b>B-3:</b> Bioaccessibilité gastro-intestinale in vitro de l'arsenic dans des sols contaminés par l'arséniate de cuivre chromaté (CCA) <i>T. Konuk et G.J. Zagury</i>	<b>C-3:</b> Les sédiments, source d'énergie pour les organismes benthiques? <i>L. Croisetière, I. Hare, A. Tessier et al.</i>
14h30 à 14h55	<b>A-4:</b> Après 15 ans de réglementation, le tributylétain (TBT) et ses produits de dégradations (DBT, MBT) demeurent une préoccupation environnementale: cas du fjord du Saguenay <i>L. Viglino, É. Pelletier, R. St-Louis et al.</i>	<b>B-4:</b> Évaluation de la bioconcentration de l'huile Voltesso par les plantes à la suite d'un déversement simulé <i>M. Gaudreault, S. Loranger, É. Ménard et al.</i>	<b>C-4:</b> Les Terres rares et les BPC comme indicateurs environnementaux des processus régissant la dynamique sédimentaire du Saint-Laurent <i>M. Pelletier et M.R. LaFlèche</i>
14h55 à 15h20	<b>PAUSE-SANTÉ</b>		
	<b>SALLE RRÉSL</b> Écotoxicologie du Saint-Laurent (suite) Jocelyne Pellerin, UQAR	<b>SALLE HYDRO-QUÉBEC</b> Contamination des poissons par les métaux Patrice Couture, INRS-ETE	<b>SALLE CEAEQ</b> Toxicologie aquatique André Tessier, INRS-ETE
15h20 à 15h45	<b>A-5:</b> Concept du métabolisme de phases I et II des contaminants organiques à l'échelle de l'éco-système: exemple de l'hydroxypyrene dans le milieu marin <i>R. Saint-Louis et É. Pelletier</i>	<b>D-1:</b> La rivière Bourlamaque en Abitibi: mortalité massive de poissons du 8 août 2003 et qualité de l'eau <i>D. Berryman et L. Jalbert</i>	<b>E-1:</b> Évaluation du potentiel toxique de sédiments contaminés par utilisation d'un essai en microcosme de 2 litres <i>G. Triffault-Bouchet, B. Clément, et al.</i>
15h45 à 16h10	<b>A-6:</b> Effet d'un pré-traitement des œufs en BPC126 sur la réponse des larves de choquemorts exposées au diazinon <i>C.M. Couillard, M. Lebeuf et B. Légaré</i>	<b>D-2:</b> L'effet du Cu sur le statut physiologique du poisson: étude terrain et en laboratoire ( <i>in vivo</i> et <i>in vitro</i> ) <i>A. Gagnon, P.G.C. Campbell et al.</i>	<b>E-2:</b> Mécanismes de prise en charge et toxicité du cadmium en présence de thiosulfate chez une algue verte <i>F. Boily, P.G.C. Campbell et C. Fortin</i>
16h10 à 16h35	<b>A-7:</b> Étude des amphibiens dans le bassin de la Rivière Yamaska <i>M. Boily</i>	<b>D-3:</b> Les transferts de mercure des carcasses de poisson vers les organismes nécrophages en milieu lacustre: utilisation des isotopes stables de mercure <i>J. Sarica, M. Amyot, L. Hare et al.</i>	<b>E-3:</b> Prise en charge d'un complexe neutre du cadmium par des algues vertes: influence du pH et des substances humiques <i>A. Boulemant, P.G.C. Campbell et C. Fortin</i>
16h35 à 17h00	<b>A-8:</b> De l'évaluation des risques à l'adaptation: connaissance scientifique et participation publique dans une approche de gestion intégrée du Saint-Laurent <i>N. Milot et L. Lepage</i>	<b>D-4:</b> Réponse des antioxydants (glutathion et catalase) chez le Grand brochet ( <i>Esox lucius</i> ) et le Doré jaune ( <i>Stizostedion vitreum</i> ) exposés chroniquement aux métaux traces <i>M.-C. Tadié, A. Hontela et al.</i>	<b>E-4:</b> Prise en charge et effets induits du sélénite chez l'algue verte <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> . Apports de la microscopie électronique à transmission <i>H. Morlon, C. Fortin, M. Floriani et al.</i>
17h00 à 20h30	<b>HALL DE LA SALLE DE BAL</b> <b>COCKTAIL DINATOIRE</b> <b>Présentation spéciale: Les défis de l'écotoxicologie moléculaire, Émilien Pelletier, ISMER</b>		

## Vendredi, le 4 juin 2004

08h00 à 14h30	<b>INSCRIPTION</b>		
08h00 à 9h45	<b>SALLE RRÉSL</b> ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DU CHAPITRE SAINT-LAURENT		
	<b>SALLE RRÉSL</b> Contamination de l'eau potable Pierre Ayotte, INSPQ	<b>SALLE HYDRO-QUÉBEC</b> Évaluation écotoxicologique des métaux en milieu lotique Peter G.C. Campbell, INRS-ETE	<b>SALLE CAMBIOR</b> Analyse du cycle de vie Raynald Chassé, CEAEQ
9h45 à 10h10	<b>F-1:</b> Validation et implantation d'un milieu de culture à substrats enzymatiques pour l'analyse d' <i>Escherichia coli</i> et des coliformes totaux dans l'eau potable <i>P. Cantin</i>	<b>G-1:</b> Caractérisation chimique et spéciation des métaux dans une rivière recevant un effluent minier : évaluation spatiale et temporelle de la qualité des eaux <i>C. Olsen, S. Masson, P.G.C. Campbell et al.</i>	<b>H-1:</b> Développement d'une méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie adaptée au contexte canadien <i>L. Deschênes, L. Toffoletto, J. Godin et al.</i>
10h10 à 10h35	<b>F-2:</b> Présence de trichloroéthylène (TCE) et ses produits de dégradation dans l'eau souterraine à Valcartier (Québec) : évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement <i>M.-O. Fouchécourt et A. Renoux</i>	<b>G-2:</b> Utilisation de tests de toxicité aquatique pour l'étude de cours d'eau recevant des effluents miniers <i>L. Martel et al.</i> <i>B. Vigneault et al.</i>	<b>H-2:</b> Intégration de l'influence des caractéristiques du sol dans l'évaluation du potentiel écotoxique du cuivre en ACV <i>C. Daoust, O. Jolliet, J. Payet et al.</i>
10h35 à 11h00	<b>F-3:</b> Suivi de substances hormonales dans l'eau brute et l'eau traitée de six stations de production d'eau potable du Québec <i>C. Robert et H. Tremblay</i>	<b>G-3:</b> Toxicité et bioaccumulation de métaux par l'amphipode <i>Hyaella azteca</i> exposé à des sédiments de rivières affectés par l'exploitation minière au nord ouest du Québec <i>U. Borgmann, Y. Couillard et M. Nowierski</i>	<b>H-3:</b> Analyse environnementale de scénarios de gestion pour les sols pollués de la Ville de Montréal <i>J. Dontigny, L. Deschênes et R. Samson</i>
11h 00 à 11h25	<b>PAUSE-SANTÉ</b>		
	<b>SALLE RRÉSL</b> Risque et critère Christian Gagnon, EC	<b>SALLE HYDRO-QUÉBEC</b> Évaluation écotoxicologique des métaux en milieu lotique (suite) Peter G.C. Campbell, INRS-ETE	<b>SALLE CAMBIOR</b> Technologies environnementales Pierre Yves Robidoux, IRB
11h25 à 11h50	<b>I-1:</b> Sols contaminés : les valeurs limites réglementaires sont-elles sécuritaires? <i>M.-O. Fouchécourt et J.-P. Trépanier</i>	<b>G-4:</b> Dynamique d'échange de cadmium entre le biomoniteur <i>Hexagenia</i> et son milieu : expérience dans la nature <i>A. Michaud, L. Hare et P.G.C. Campbell</i>	<b>J-1:</b> Enlèvement de nutriments (P&N) du lisier de porc par précipitation contrôlée de la struvite <i>R. Laridi, J. C. Auclair et H. Benmoussa</i>
11h50 à 12h15	<b>I-2:</b> Les critères de qualité de l'air du MENV : détermination et application <i>P. Walsh</i>	<b>G-5:</b> Influence des caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques sur la structure des communautés benthiques de deux rivières de l'Abitibi <i>S. Masson, P.G.C. Campbell, L. Hare et al.</i>	<b>J-2:</b> La biotechnologie environnementale et les besoins en procédés et technologies durables <i>A. Pilon</i>
12h15 à 13h45	<b>DÎNER</b>		
13h45 à 15h45	<b>SALLES RRÉSL + HYDRO-QUÉBEC</b> <b>ATELIER</b>  <i>Dans quelle mesure les nouvelles priorités environnementales doivent-elles encadrer la formation et la recherche ?</i>  <b>Animateur : André Delisle (Transfert Environnement)</b> <b>Participants : Michel Leclerc (INRS-ETE)</b> <b>Harvey Mead (TNEÉ)</b> <b>Josée Reid (FQRNT)</b>		
15h45 à 16h15	Remise des prix pour les présentations par des étudiants  Remise des Prix d'excellence du Chapitre Saint-Laurent  Clôture, <b>Jocelyne Pellerin</b> , Présidente du 8 <sup>e</sup> colloque		

## Session d'affiches

- AF-1** LUMINOTOX : UN OUTIL RAPIDE POUR LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES EFFLUENTS INDUSTRIELS, MUNICIPAUX ET AGRICOLES  
*N. Boucher, M.E. Rouette, N. Déziel, L. Lorrain, E. Perron, F. Bellemare et L. Tessier*
- AF-2** DÉVELOPPEMENT D'UN SOL ARTIFICIEL POUR TESTS DE TOXICITÉ  
*C. Bastien, A. Pâquet, R. Lemire et R. Cardin*
- AF-3** DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA MOBILITÉ ET DE LA BIODISPONIBILITÉ DES ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES (ETM) DANS UN SOL : COMPARAISON DE DIFFÉRENTS TESTS DE TOXICITÉ EN LABORATOIRE  
*G. Côté, R. Chassé, C. Bastien, L. Deschênes et M. Giroux*
- AF-4** EVALUATION DE LA STABILITÉ FONCTIONNELLE DE LA MICROFLORE DE SOLS SUITE À UNE PERTURBATION THERMIQUE  
*V. Becaert, B. Volat, L. Deschênes, B. Montuelle*
- AF-5** INFLUENCE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE SUR LA SPÉCIATION DE L'ARSENIC DANS DES SOLS SYNTHÉTIQUES CONTAMINÉS PAR L'ARSÉNIATE DE CUIVRE CHROMATÉ (CCA)  
*S. Dobran, G.J. Zagury et Le Deschênes*
- AF-6** CONCENTRATIONS EN ÉLÉMENTS TRACES DANS DIFFÉRENTS TYPES DE COMPOSTS  
*C. Pichette et S. Sauvé*
- AF-7** CONCENTRATIONS DE MERCURE DANS LES CARRÉS DE SABLE DE LA VILLE DE MONTRÉAL  
*P.B. Fayad, M. Amyot et S. Sauvé*
- AF-8** MOBILITÉ DIAGÉNÉTIQUE, GÉOCHRONOLOGIE ET SOURCES DE Ag DANS DES SÉDIMENTS LACUSTRES  
*R. Quirion, A. Tessier et C. Gobeil*
- AF-9** LE ZINC ET LES HAP DANS UN LAC DU BOUCLIER CANADIEN  
*A. Perron, A. Tessier et C. Gobeil*
- AF-10** MÉTHODE ANALYTIQUE POUR LE SUIVI DES HORMONES DANS LES RIVIÈRES AU QUÉBEC (2003)  
*C. DeBlois, F. Houde, C. Veillette et H. Tremblay*
- AF-11** MONITORING DES PESTICIDES DE NOUVELLES GÉNÉRATION FLUMETSULAM, RIMSULFURON, IMAZETHAPYR ET NICOSULFURON DANS DES RIVIÈRES QUÉBÉCOISES (2002-2003)  
*F. Houde, N. Dassylva, G. Gaudreau et C. DeBlois*
- AF-12** ÉTUDE ÉCOTOXICOLOGIQUE DES MÉTAUX TRACES EN MILIEU DE RIVIÈRES, ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES, TOXICOLOGIQUES ET BIOLOGIQUES  
*S. Masson, P.G.C. Campbell, C. Olsen, L. Martel, L. Hare, B. Pinel-Alloul, G. Méthot, A. Hontela, Y. Couillard, B. Vigneault et L. Parent*
- AF-13** ADAPTATION D'UNE TECHNIQUE D'ÉCHANGE IONIQUE POUR LA MESURE D'IONS LIBRES DANS LES EAUX RÉCEPTRICES D'EFFLUENTS MINIERS  
*C. Olsen, M. Dufour, P. Campbell, B. Vigneault, C. Fortin et S. Masson*
- AF-14** INFLUENCE DE LA VENTILATION BRANCHIALE SUR L'ACCUMULATION DU CADMIUM DISSOUS CHEZ LE BIVALVE D'EAU DOUCE PYGANODON GRANDIS  
*S. Cooper, P.G.C. Campbell et L. Hare*
- AF-15** INFLUENCE DES MÉTAUX TRACES SUR LA STRUCTURE DE COMMUNAUTÉS BENTHIQUES DE DEUX RIVIÈRES DU NORD DU QUÉBEC  
*S. Masson., P.G.C. Campbell, L. Hare, C. Olsen, B., L. Martel, B. Pinel-Alloul, G. Méthot et A. Hontela.*
- AF-16** USING THE WEIGHT-OF-EVIDENCE APPROACH TO GUIDE SEDIMENT MANAGEMENT DECISIONS  
*C.A. Menzie*
- AF-17** IMPACT DES EAUX D'ÉGOUTTAGE DE SÉDIMENTS CONTAMINÉS SUR DES MICROORGANISMES AQUATIQUES : ÉVALUATION CONTRADICTOIRE DE LA TOXICITÉ DES SÉDIMENTS  
*Montuelle, B. Volat et C. Durrieu*

- AF-18** EVALUATION DE GAINS BIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIQUE ASSOCIÉS À UNE RÉDUCTION D'INTRANTS POLLUANTS EN MILIEU AQUATIQUE : UN PROGRAMME DE RECHERCHE PLURI-DISCIPLINAIRE  
*B. Montuelle, V. Gouy, M.C. Roger, C. Margoum, M. Besson, C. Guillard, J.M. Chovelon, A. Devaux, C. Durrieux., C. Tran Minh, C. Gillet, C. Leboulanger, R. Faure, B. Herbreteau, P. Marote et A. Clemens*
- AF-19** EFFETS DE L'EXPOSITION CHRONIQUE À LA POLLUTION AGRICOLE (EN MILIEU NATUREL) CHEZ LE POISSON  
*M. Camiré, P.A. Spear, N. Dassylva, C. DeBlois et A. Hontela.*
- AF-20** CONCENTRATION DE PESTICIDES DANS L'EAU TRIBUTAIRE DE MARAIS CÔTIERS DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT ET EFFETS TOXIQUES CHEZ LES POISSONS  
*C.M. Couillard, M. Lebeuf, R.L.Roy et C. DeBlois*
- AF-21** SÉPARATION ET CARACTÉRISATION DE LA VITELLOGÉNINE DE L'ÉPINOCHÉ À TROIS ÉPINES (*GASTEROSTEUS ACULEATUS*)  
*R.L. Roy, D. Maltais, C. Couillard et M. Lebeuf*
- AF-22** LOCALISATION PAR IMMUNOHISTOCHEMIE DE LA SÉROTONINE (5-HT) ET DE LA 17B-OESTRADIOL (E2) DANS LA GONADE, LES BRANCHIES ET LES GANGLIONS CÉRÉBROPLEURAUX DE *MYA ARENARIA* (BIVALVE PÉLÉCYPODE)  
*F. Garnerot, J. Pellerin et C. Blaise*
- AF-23** EFFETS PHYSIOLOGIQUES À LA SUITE DE L'EXPOSITION DE MOULES BLEUES (*MYTILUS EDULIS*) ET DE MYES COMMUNES (*MYA ARENARIA*) À DES SÉDIMENTS MARINS CONTAMINÉS  
*M. Caron, J. Pellerin, P. Rioux, S. Briatte, M. Fournier, É. Pelletier et M. Lebeuf*
- AF-24** VARIATIONS DE LA MATURATION SEXUELLE DE LA MOULE BLEUE, *MYTILUS SP.*, DANS DIFFÉRENTS SITES DE PRODUCTION MYTILICOLE DU QUÉBEC, EN FONCTION DE PARAMÈTRES DU MILIEU  
*N. Lemaire, S. Cartier, J. Pellerin, M. Fournier, L. Girault, E. Tamigneaux et E. Pelletier*
- AF-25** MODULATION DE L'IMMUNO-COMPÉTENCE DE LA MOULE *MYTILUS EDULIS* PAR LES HORMONES STÉROÏDIENNES ET LES NEUROHORMONES  
*S. Gauthier-Clerc, F. Garnerot, M. Fortier, S. Lebreton, S. Cartier, N. Hébert, J. Pellerin et M. Fournier*
- AF-26** TESTICULAR ATROPHY IN ADULT MALE BULLFROGS (*R. CATESBEIANA*) FROM SAMPLING SITES OF THE YAMASKA RIVER BASINS.  
*C. Dimacacos, S. Ruby, M. Boily, P. Spear et M. Fournier*
- AF-27** PRELIMINARY TOXICOLOGICAL FIELD STUDIES OF SEXUAL DIFFERENTIATION AND REPRODUCTION IN *R. CATESBEIANA* TADPOLES COLLECTED FROM SAMPLING SITES DRAINING THE YAMASKA RIVER  
*C. Dimacacos, S. Ruby, M. Boily, P. Spear et M. Fournier*
- AF-28** PROFIL DES RÉTINOÏDES PLASMATIQUES DES OUAOUARONS DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE YAMASKA.  
*V. Bérubé, M.H. Boily, C. DeBlois, N. Dassylva et P. Spear*
- AF-29** RÉTINOÏDES HÉPATIQUES CHEZ LE OUAOUARON, *RANA CATESBEIANA*: INFLUENCE DES PESTICIDES?  
*P.A. Spear, M. Boily, V. Bérubé, N. Dassylva et C. DeBlois*
- AF-30** MÉTABOLISME DE L'ACIDE RÉTINOÏQUE CHEZ LE OUAOUARON, *RANA CATESBEIANA*, ET INFLUENCE POTENTIEL DE CERTAINS PESTICIDES  
*V.E. Bérubé, A. Gagnon, M.H. Boily et P.A. Spear*
- AF-31** LE MODÈLE P19 DE DIFFÉRENCIATION CELLULAIRE ET LE DÉVELOPPEMENT D'UN BIOESSAI DE LA QUALITÉ DES EAUX  
*M.C. Locas, J. Paquin, P.A. Spear et M. Boily*
- AF-32** COMPARAISON À L'AIDE D'UNE ANALYSE DE CYCLE DE VIE (ACV) DE TECHNOLOGIES EX SITU ET IN SITU DE RÉHABILITATION DE SITES CONTAMINÉS AUX HYDROCARBURES PÉTROLIERS  
*M. Cadotte, L. Deschênes et R. Samson*

**AF-33** ÉTUDE COMPARATIVE DE DEUX MÉTHODES D'ÉVALUATION DES IMPACTS DU CYCLE DE VIE (EICV) : APPLICATION À LA GESTION D'UN SITE CONTAMINÉ

*J. Godin , L. Deschênes et R. Samson*

**AF-34** MODÉLISATION DU SORT ENVIRONNEMENTAL DES MÉTAUX EN ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) : ÉTUDE DE L'INFLUENCE DES CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES

*C. Daoust, J. Godin et L. Deschênes*

**AF-35** ANALYSE DU CYCLE DE VIE DE LA GESTION DES RESIDUS MINIERS ET ADAPTATION DE MODELES DE CARACTERISATION POUR L'UTILISATION DES TERRES AU CONTEXTE CANADIEN

*C. Reid, L. Deschênes, M. Aubertin*

*et B. Bussière*

## Atelier

### *Dans quelle mesure les nouvelles priorités environnementales doivent-elles encadrer la formation et la recherche ?*

En regard des priorités environnementales auxquelles nous sommes confrontés aujourd'hui, il devient primordial de redéfinir le cadre académique et scientifique entourant ces nouvelles priorités. Au cœur de ces priorités environnementales, on retrouve entre autres les problématiques liées aux gaz à effet de serre, aux perturbateurs endocriniens et aux OGM, dont les conséquences représentent une préoccupation environnementale d'envergure pour la pérennité des écosystèmes, la santé humaine et l'économie. Ces nouveaux enjeux environnementaux nous amènent aujourd'hui à redéfinir les priorités d'action en matière de recherche, d'éducation et de gestion de l'environnement. En particulier, des questions doivent être soulevées relativement à la façon d'équilibrer les efforts entre la recherche sur les sujets prioritaires de l'heure et la recherche exploratoire. Les objectifs de recherche liés à des sujets prioritaires permettent à la communauté scientifique d'élaborer des éléments de réponse favorisant une gestion efficace de la problématique environnementale. Toutefois, la poursuite d'objectifs liés à des sujets prioritaires oriente les questions en recherche et risque par conséquent de limiter la recherche exploratoire. Ces deux volets indissociables prennent leur signification sur des échelles de temps différentes. Alors que la recherche par sujets prioritaires tend à répondre à des questions immédiates et immédiates, la recherche exploratoire apporte des précisions sur des phénomènes ayant des implications sans doute moins immédiates mais dont la portée a été confirmée en de nombreuses occasions. Il devient probablement essentiel maintenant de balancer les efforts entre la recherche orientée et la recherche exploratoire, celle-ci permettant d'identifier et de détecter de façon hâtive les nouveaux enjeux environnementaux. Cet effort pour équilibrer ces deux types de recherche, doit néanmoins considérer la façon de concilier recherche orientée (et les appels d'offres) et liberté académique, ceci afin de permettre l'expression de la compétence du personnel scientifique. Aussi, la liberté académique étant de plus en plus en plus restreinte par les délais octroyés de plus en plus courts et les contraintes budgétaires imposées, il apparaît juste de se questionner sur l'impact de la recherche orientée. Actuellement, la formation académique aux cycles supérieurs se trouve-t-elle pénalisée par l'importance de la recherche orientée? À la lumière des nouvelles préoccupations environnementales, la nécessité de définir les priorités d'action en matière de recherche, d'éducation et de gestion de l'environnement apparaît évidente. De nombreuses questions sont soulevées relativement aux conséquences à long terme de ces mises en priorité sur le potentiel d'identification et de prise en charge de nouvelles préoccupations environnementales dans le futur. Le thème de l'atelier « *Dans quelle mesure les nouvelles priorités environnementales doivent-elles encadrer la formation et la recherche ?* » prend en compte ces questionnements en matière de recherche et de formation. Cet atelier thématique a pour objectif de susciter des échanges et un débat autour de ce thème et de vos priorités en relation avec ces constats.

#### **Président et animateur :**

**André Delisle**

Transfert environnement

**Participants : Michel Leclerc, INRS-ETE Harvey Mead, TNEÉ Josée Reid, FQRNT**

## Bourses du Chapitre Saint-Laurent

Pour une quatrième année, le Chapitre Saint-Laurent remettra deux bourses de 2000 \$ à des étudiants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles œuvrant dans les domaines de prédilection du Chapitre Saint-Laurent. Le comité chargé d'évaluer les nombreux dossiers de candidature de qualité était formé de Isabelle Guay (Ministère de l'Environnement du Québec), Ginette Méthot (Université de Montréal), Lise Parent (TéluQ) et Lise Rancourt (INRS-ETE). Les gagnants et gagnantes de ces bourses seront connus vendredi le 4 juin, lors de la clôture du 8<sup>e</sup> Colloque.

## Présentation spéciale

Tout en dégustant les produits du terroir de la magnifique région s'étendant le long du fleuve Saint-Laurent entre Québec et Charlevoix en passant par la Côte de Beaupré et l'Île d'Orléans, le comité organisateur vous propose d'assister à une présentation spéciale du professeur Émilien Pelletier de l'Institut des sciences de la mer à Rimouski (ISMER).

### ***LES DÉFIS DE L'ÉCOTOXICOLOGIE MOLÉCULAIRE***

L'écotoxicologie moléculaire se définit comme l'étude des mécanismes fondamentaux de la défense des organismes face aux stress du milieu et l'application de la biochimie et de la biologie moléculaire aux problèmes environnementaux complexes qui confrontent notre société post-industrielle. Dans un livre récemment publié par les Presses de l'Université du Québec, neuf chercheurs québécois dirigeant leurs équipes respectives dans quatre universités différentes ont uni leurs efforts pour dégager les pistes de développement de l'écotoxicologie en utilisant des outils moléculaires et cellulaires. Parmi les travaux de pointe qui s'effectuent présentement dans ce domaine, on compte des recherches sur : (1) les mécanismes de défense intracellulaires contre l'intrusion des métaux; 2) l'évolution moléculaire *in vitro* comme outil de la génomique appliquée aux problèmes environnementaux; 3) le développement des biomarqueurs hormonaux avec application au terrain; 4) les rétinoides et leur utilisation dans de grands programmes de surveillance environnementale, 5) les interactions métaboliques entre plusieurs contaminants agissant simultanément sur les cytochromes *c*; 6) l'interaction des métaux sur les interactions cellule-cellule et les jonctions lacunaires; 7) la stéroïdogénèse et la vitellogénèse comme outils de diagnostic environnemental et (8) le développement des biomarqueurs immunologiques chez les invertébrés. Tous ces programmes de recherche sont porteurs de défis conceptuels et techniques qui font progresser nos connaissances fondamentales sur l'écotoxicologie et permettront le développement d'outils nouveaux et puissants à la solution des préoccupations environnementales du 21<sup>ème</sup> siècle. Cette présentation énoncera certains de ces défis et présentera les solutions et outils en développement dans nos laboratoires.

Le comité organisateur profitera aussi de cette occasion pour remettre plusieurs prix de présence, dont un forfait – séjour au Palace Royal, notre hôtel hôte.

## **Prix étudiants**

À l'occasion du 8<sup>e</sup> colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent, quatre prix en argent seront décernés pour les meilleures présentations faites par des étudiants. Les prix seront remis lors de la clôture du colloque, vendredi le 4 juin. Les quatre prix sont les suivants :

- Présentation orale, 1<sup>er</sup> prix : 200\$ offert par CIRTOX
- Présentation orale, 2<sup>e</sup> prix : 150 \$ offert par CIRTOX
- Présentation par affiche, 1<sup>er</sup> prix : 200\$ offert par SRA & Chapitre Saint-Laurent
- Présentation pour affiche, 2<sup>e</sup> prix : 150\$ offert par SRA & Chapitre Saint-Laurent

Les présentations inscrites à ce concours seront jugées sur la base des critères suivants :

### **Qualité scientifique**

1. Définition de la problématique et explication de la pertinence de l'étude
2. Présentation des objectifs ou hypothèses
3. Description de la méthodologie
4. Liens entre l'approche méthodologique et les objectifs ou les hypothèses
5. Qualité des résultats
6. Interprétation des résultats dans le contexte de la problématique
7. Réponses aux questions
8. Aspect novateur du projet et perspective de recherche

### **Méthodes et style de communication**

1. Clarté d'expression
2. Rapport avec l'auditoire, dynamisme et enthousiasme
3. Capacité de vulgarisation des points saillants à un niveau général pour les non-spécialistes
4. Qualité du support visuel
5. Impression globale de la présentation

## Nos partenaires 2004

*Le Comité organisateur du 8e Colloque et le Comité d'administration du Chapitre Saint-Laurent remercient sincèrement ses partenaires pour la généreuse contribution.*

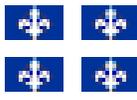
*N'hésitez pas à visiter leur site Internet pour mieux connaître leurs activités.*



Réseau de recherche  
en écotoxicologie  
du Saint-Laurent



Développement  
économique  
et régional  
et Recherche

Québec 

# CAMBIOR

**Centre d'expertise  
en analyse  
environnementale**

**Québec** 



Université du Québec

**Institut national de la recherche scientifique**

Eau, Terre et Environnement



**SANEXEN**  
SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.



CENTRE  
SAINT-LAURENT  
ST. LAWRENCE  
CENTRE

**Phytronix**  
Technologies



*Institut de recherche en biotechnologie*  
*Biotechnology Research Institute*



**Transfert**  
Environnement

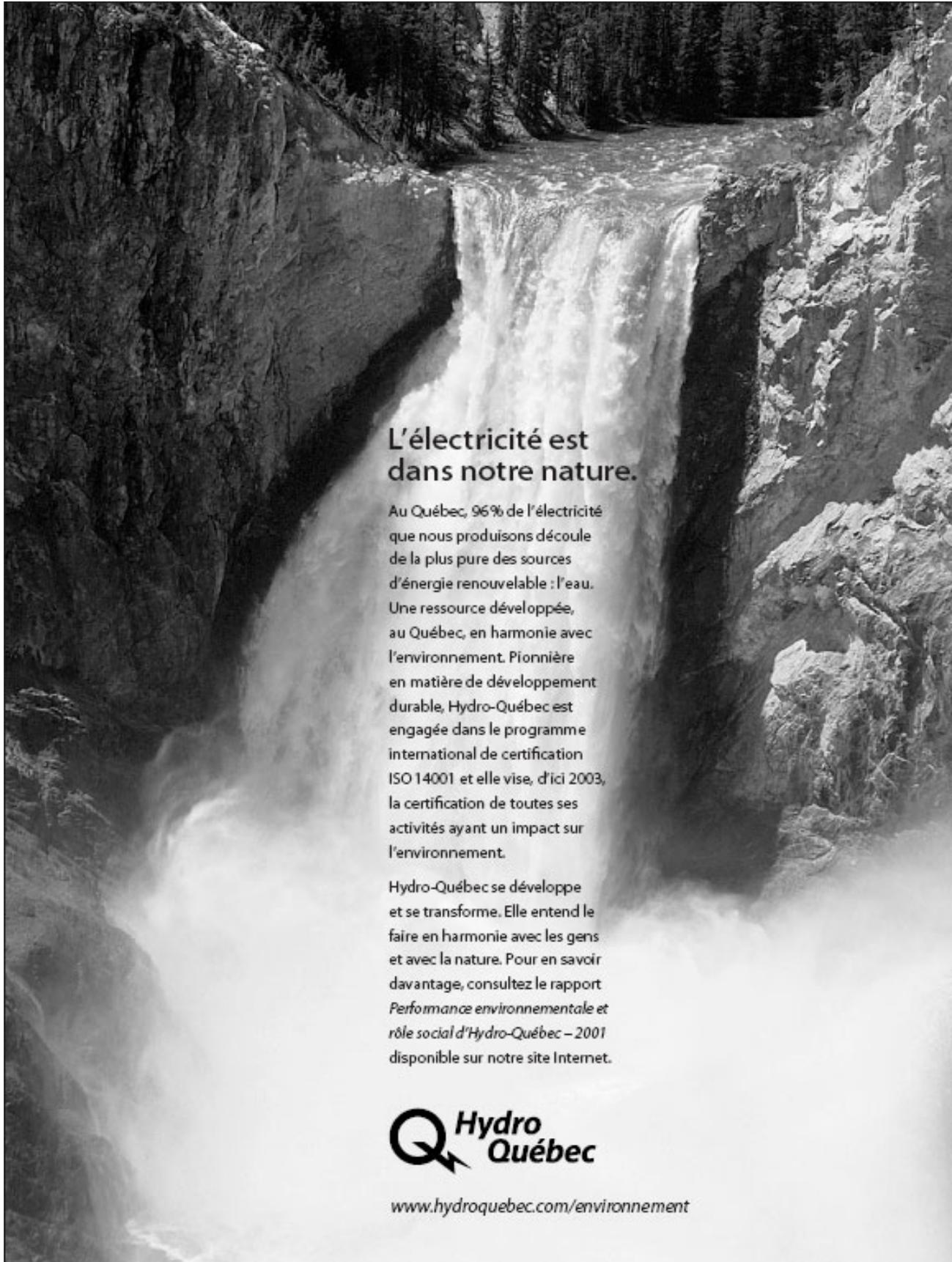


**CIRTOX**





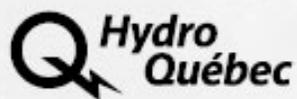
**Réseau de recherche  
en écotoxicologie  
du Saint-Laurent**



## L'électricité est dans notre nature.

Au Québec, 96% de l'électricité que nous produisons découle de la plus pure des sources d'énergie renouvelable : l'eau. Une ressource développée, au Québec, en harmonie avec l'environnement. Pionnière en matière de développement durable, Hydro-Québec est engagée dans le programme international de certification ISO 14001 et elle vise, d'ici 2003, la certification de toutes ses activités ayant un impact sur l'environnement.

Hydro-Québec se développe et se transforme. Elle entend le faire en harmonie avec les gens et avec la nature. Pour en savoir davantage, consultez le rapport *Performance environnementale et rôle social d'Hydro-Québec – 2001* disponible sur notre site Internet.



[www.hydroquebec.com/environnement](http://www.hydroquebec.com/environnement)

# CAMBIOR

est une compagnie  
minière d'avant-garde qui vise  
l'excellence dans la poursuite  
de ses objectifs  
environnementaux.

Cambior a développé  
une politique générale  
et un système de gestion  
pour la protection  
de l'environnement naturel.  
Cambior est la première  
société aurifère à obtenir  
la certification ISO 14001  
de son système de  
management environnemental.



[www.cambior.com](http://www.cambior.com)

Un partenaire incontournable



Le Centre  
d'expertise

en analyse environnementale  
du Québec

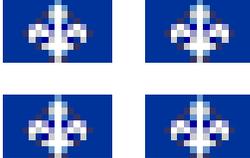


2700, rue Einstein, bureau E-2-220  
Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8  
CANADA  
Téléphone : 418-643-1301  
Télécopieur : 418-528-1091  
Courriel : [ceaeq@menv.gouv.qc.ca](mailto:ceaeq@menv.gouv.qc.ca)  
Site web : [www.ceaeq.gouv.qc.ca](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca)

Centre d'expertise  
en analyse  
environnementale

Québec   

**Développement  
économique  
et régional  
et Recherche**

**Québec** 

Le ministère du Développement économique et régional et Recherche est heureux de participer à cette tribune d'échanges dans les domaines de la science environnementale

Le **LuminoTox** : le plus rapide des « **biocapteurs** » portatifs.

***Le LuminoTox est le 1<sup>er</sup> biocapteur portatif à fluorescence permettant d'évaluer, en 10 minutes seulement, la concentration et l'indice de toxicité des effluents agricoles, industriels et municipaux.***

Le **LuminoTox** est capable de détecter de nombreuses molécules telles que les phénols, les sulfites, les herbicides (triazines, urées, amides...), les cations divalents, les HAP, les HA, etc. L'appareil est donc tout à fait dédié aux analyses des effluents agricoles, agroalimentaires, municipaux et industriels (pâtes et papiers, textiles, minières, sidérurgiques...).

Réduction du temps et des coûts :  
Alors que les bioessais conventionnels peuvent nécessiter jusqu'à 72 heures d'incubation, le LuminoTox, grâce à l'utilisation directe de complexes stabilisés, réduit ce temps à seulement 10 minutes !  
Les solutions enzymatiques employées se conservent 2 semaines à +20 °C, 2 mois à +4 °C et jusqu'à 6 mois à -20 °C.

Un test à haute sensibilité :  
Les seuils de détection du **LuminoTox** sont généralement en deçà des normes réglementaires (ex. 2 ppb pour l'atrazine, 1 ppb pour la cyanazine et 2 ppb pour le diuron).  
Le LuminoTox s'applique également comme test de toxicité globale pour qualifier l'efficacité du traitement des eaux usées. Un système automatisé de la technologie du LuminoTox est aussi disponible – le Robot LuminoTox.



**Venez rencontrer nos spécialistes à la session de poster ou à notre kiosque.**

**[www.lab-bell.com](http://www.lab-bell.com)**



Toute bonne idée doit prendre forme. C'est la raison d'être de la société Alcan : devenir le partenaire qui transforme vos idées d'aujourd'hui en innovations de demain, grâce à des solutions globales faisant appel à l'aluminium et aux emballages.



Un fier partenaire du 8<sup>e</sup> Colloque  
du Chapitre Saint-Laurent

# EAU, TERRE ET ENVIRONNEMENT

# INRS



*La science au service de l'eau, de la terre et de l'environnement*



Université du Québec

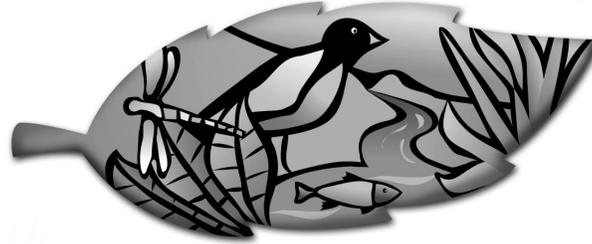
**Institut national de la recherche scientifique**

**Eau, Terre et Environnement**

Téléphone : (418) 654-2524    Télécopieur : (418) 654-2600    [www.inrs-ete.uquebec.ca](http://www.inrs-ete.uquebec.ca)

## LE SERVICE D'ANALYSE DE RISQUES DE SANEXEN

Sanexen est le chef de file en analyse de risques environnementaux au Québec. Notre équipe multidisciplinaire et expérimentée nous permet d'offrir à nos clients une **expertise complète** et polyvalente, pour évaluer les risques toxicologiques tant pour la **santé humaine** que pour les **écosystèmes** en général.



**SANEXEN**  
SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.

INFORMATIONS  
TerraSys@sanexen.com  
www.sanexen.com  
(450) 652-9990

ÉVALUATION DES RISQUES  
ÉCOTOXICOLOGIQUES

▶ **TERRA**  **Sys** 1.0

Sanexen a développé et mis en marché le **logiciel** TerraSys pour l'évaluation des risques écotoxicologiques des terrains contaminés. D'une **puissance d'analyse remarquable**, ce logiciel **convivial** et **complet** constitue le premier outil de ce genre combinant l'ensemble des analyses de risques écotoxicologiques, que ce soit en milieu terrestre ou aquatique.

**Transfert**   
**Environnement**



*Institut de recherche en biotechnologie*

---

*Biotechnology Research Institute*



# CLAISSSE



**CENTRE DE RECHERCHE  
EN ENVIRONNEMENT**  

---

**U Q A M S O R E L - T R A C Y**

CENTRE  
SAINT-LAURENT  
ST. LAWRENCE  
CENTRE



Phytroñix  
Technologies



**DDH Environnement Itée**  

---

**E x p e r t s - c o n s e i l s**

# CIRTOX



**Norampac**  
Division Québec

## Résumés des présentations

<b>Ouverture</b>	Conférences d'ouvertures
<b>Session A -</b>	Écotoxicologie du Saint-Laurent
<b>Session B -</b>	Contamination et gestion des sols
<b>Session C -</b>	Géochimie sédimentaire
<b>Session D -</b>	Contamination des poissons par les métaux
<b>Session E -</b>	Toxicologie aquatique
<b>Session F -</b>	Contamination de l'eau potable
<b>Session G</b>	Évaluation écotoxicologique des métaux en milieu lotique
<b>Session H -</b>	Analyse du cycle de vie
<b>Session I -</b>	Risque et critère
<b>Session J -</b>	Technologies environnementales
<b>Session AF -</b>	Affiches

**F. Gagné<sup>1</sup>, C. Blaise<sup>1</sup> et J. Hellou<sup>2</sup>**

EFFETS CHRONIQUES D'UNE EXPOSITION À LONG TERME À UN EFFLUENT MUNICIPAL CHEZ LA MOULE D'EAU DOUCE *ELLIPTIO COMPLANATA*

*Elliptio complanata* mussels were caged in special benthic pens and immersed at one upstream site and two downstream sites of a primary-treated municipal effluent plume (8 and 11 km, respectively) for one year. The levels of metallothionein-like proteins (MT), lipid peroxidation, protein-free DNA strands and glutathione S-transferase (GST) activity were assayed in the digestive gland, gills and gonad tissues. The levels of monoamines (serotonin and dopamine) in nerve ganglia, ATP-dependent transport activity and monoamine oxidase (MAO) activity were also investigated in the homogenates, synaptosomes and mitochondria, respectively. Results showed that 82% of mussels survived the year-long exposure period at the downstream sites. MT-like proteins were induced in all tissues with the following response intensity: gills (3-fold), digestive gland (1.4-fold) and gonad tissues (1.3-fold). Lipid peroxidation decreased (2.5-fold) in the digestive gland but increased in gill (1.6-fold) and gonad tissues (1.5-fold). GST activity was readily increased in the digestive gland (2.5-fold), suggesting the presence of organic contaminants in the plume. Levels of protein-free DNA strands did not vary significantly in the digestive gland and gill tissues. In visceral nerve ganglia, both serotonin and ATP-dependent serotonin transport decreased 1.7-fold with a 4-fold increase of 5-hydroxyindole acetate (5-HIAA, a serotonin metabolite) level relative to the upstream site. However, MAO activity was somewhat reduced at downstream sites (0.7 to 0.9-fold of the activity at the upstream site). Dopamine levels were found to be decreased (1.5-fold) but dopamine ATP-dependent transport activity was increased 1.8-fold, suggesting reduced dopaminergic activity. These results indicate that estrogenic chemicals are likely at play, and the increased dopamine and decreased serotonin ATP-dependent transport suggest that the municipal plume was serotonergic for mussels located at the downstream sites. Mussels exposed for one-year display a complex but characteristic pattern of responses that could lead to harmful health effects, including neuro-endocrine disruption of reproduction.

<sup>1</sup> St. Lawrence Centre, Environment Canada, 105 McGill, Montréal, Québec, Canada H2Y 2E7.

<sup>2</sup> Marine Chemistry Section, Marine Environmental Sciences Division, Bedford Institute of Oceanography, P.O. Box 1006, Dartmouth, Nova Scotia, Canada B2Y 4A2.

**A. Boeriu<sup>1</sup>, C. Gagnon<sup>2</sup> et S. Sauvé<sup>1\*</sup>**

UTILISATION DU DGT POUR L'ÉVALUATION DE LA SPÉCIATION DES MÉTAUX DANS LE PANACHE DE DISPERSION DES EFFLUENTS DE LA VILLE DE MONTRÉAL

L'association biodisponibilité-fraction labile de métal est de plus en plus utilisée dans les études des risques écotoxicologiques reliées aux éléments traces dans milieu aquatique. En réponse à la permanente recherche d'une meilleure exactitude et fiabilité des résultats, le développement d'approches et techniques applicables *in situ* s'avère d'un grand intérêt.

Le DGT (Diffusion Gradients in Thin Films) est en popularité croissante due à ses capacités pour discriminer les espèces labiles des plusieurs métaux traces simultanément, assurer leur préconcentration, réaliser une intégration des concentrations mesurées dans le temps, ce qui est fait un outil de monitoring très intéressant pour le dépistage des sources et du devenir de la contamination.

En visant une meilleure compréhension de la dynamique de transformations de métaux tels que Cd, Co, Cr, Ni, Pb, Cu, Zn suite à leur déversement dans les eaux de Saint-Laurent, nous avons utilisé l'approche par DGT pour étudier le devenir de ceux métaux. À cet effet, deux séries d'assemblages DGT ont été déployées en amont et sur une distance de 17 km en aval, le long du panache de dispersion d'effluent de la Ville de Montréal dans le fleuve Saint-Laurent, chacune pour une durée de six jours. Des échantillonnages ponctuels d'eau ont été effectués au moment du déploiement et de la récupération des dispositifs DGT dans le but de tester, dans des conditions contrôlées similaires, l'efficacité de la technique en laboratoire et pour les mesures de métal total et métal total dissous.

Le profil de l'évolution spécifique de chaque métal dans la matrice complexe offerte par le mélange des eaux du fleuve avec celles des effluents est tracé tout en faisant ressortir les détails de la démarche analytique et les difficultés du traitement des données. Les concentrations des différentes formes métalliques (métal total, total dissous, labile par DGT) en aval du point de rejet sont généralement supérieures à celles en amont. Cependant la variation spatiale de celles-ci ne montre pas un patron simple mais reflète plutôt une transformation dépendante du métal et des paramètres physico-chimiques environnants.

L'approche par DGT se démarque comme un outil efficace de spéciation dans l'évaluation des impacts écotoxiques de métaux traces mais un protocole analytique rigoureux s'impose pour une bonne réussite de la méthode.

<sup>1</sup> Département de chimie, Université de Montréal, P.O. 6128 Centre-Ville, Montréal, Québec, Canada, H3C 3J7

<sup>2</sup> Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, 105 McGill, Montréal, Québec, H2Y 2E7

**F. Gagné<sup>1</sup>, C. Blaise<sup>1</sup>, et J. Pellerin<sup>2</sup>**

ALTÉRATIONS DE LA COMPOSITION DE LA COQUILLE ET LA VITELLOGÉNÈSE CHEZ L'ARTHROPODE GAMMARUS LOCUSTA DE LA RÉGION DU FJORD DU SAGUENAY.

*Gammarus locusta* arthropods were collected at four intertidal sites subject to direct sources of pollution (marinas, ferry traffic and harbours) and at one site with no direct source of pollution. The levels of vitellogenin-like proteins (Vtg), metallothioneins (MT), alkali-labile phosphates (ALPs) in proteins, and lipogenic enzyme activities (i.e., glucose-6-dehydrogenase, isocitrate dehydrogenase and malate enzyme) were determined in whole soft tissues. In shells, levels of pH-dependent extractable protein and chitin were determined to assess possible impacts of pollution on shell integrity and the molting process. Results show that males were consistently heavier than females regardless of site quality but total weight of both sexes was significantly reduced at polluted sites. Vtg-like proteins were consistently found in mature females only and were either induced or decreased at polluted sites, indicating significant changes in gametogenesis activity. MT levels did not change significantly with sex and tended to be induced at all affected sites. ALP levels in acetone-fractionated proteins indicate altered phosphate mobilization at some affected sites, where females tended to display higher levels of phosphate in proteins. Lipogenic enzyme activities did not vary with sex but were readily increased at affected sites, suggesting a delay in gonad maturation rates. Shell protein characteristics revealed that the proportion of chitin in shells was lower at most affected sites, suggesting disruption of chitin and pH-dependent protein mobilization. Principal component analysis revealed that gammarids collected at affected sites displayed substantial changes in the proportion of chitin, arthropodin, sclerotin, MTs and intermediary glucose metabolism (glucose-6-phosphate dehydrogenase and isocitrate dehydrogenase), and thus had disturbed lipogenic activity and shell integrity.

<sup>1</sup>St. Lawrence Centre, 105 McGill, Montréal, Québec, Canada H2Y 2E7

<sup>2</sup>University of Quebec at Rimouski, 300 Allée des Ursulines, Rimouski, Québec, G5L 3A1

**L. Viglino<sup>1</sup>, É. Pelletier<sup>1</sup>, R. St-Louis<sup>1</sup> et L.E.J Lee<sup>2</sup>**

APRÈS 15 ANS DE RÉGLEMENTATION, LE TRIBUTYLÉTAIN (TBT) ET SES PRODUITS DE DÉGRADATIONS (DBT, MBT) DEMEURENT UNE PRÉOCCUPATION ENVIRONNEMENTALE : CAS DU FJORD DU SAGUENAY.

En 1989, le Canada met en place une réglementation sur l'usage du tributylétain (TBT) dans les peintures antisalissures marines. En dépit de cette réglementation, la contamination du milieu aquatique canadien par le TBT et ses produits de dégradation, le dibutylétain (DBT) et le monobutylétain (MBT) demeure une préoccupation environnementale constante. Ces peintures à base de TBT continue d'être utilisées sur les navires > 25 m avec pour conséquence un risque de contamination mondiale et à long terme ainsi qu'une menace toxique envers les écosystèmes aquatiques.

L'objet de la présentation est de montrer les principaux résultats obtenus et les différentes conclusions marquantes découlant d'une étude unique effectuée dans le fjord du Saguenay. L'objectif principal est de mieux comprendre la distribution et la bioaccumulation des butylétains dans les écosystèmes côtiers nordiques et semi-fermés soumis à un trafic maritime limité tel que le fjord (< 500 bateaux par an).

Dans le compartiment sédimentaire, on détecte la présence inquiétante des butylétains à des concentrations variant de 6 à 288 ng Sn/g (poids sec). Les niveaux mesurés dans cette matrice sont équivalents à ceux retrouvés dans les aires côtières exposées à un trafic maritime dix fois plus important que celui présent dans fjord. Plus spécifiquement, les résultats issus des profils sédimentaires indiquent clairement l'enfouissement et la préservation de ce composé dans cet écosystème.

D'autre part, l'analyse des butylétains à partir d'organismes révèle une bioaccumulation des butylétains dans tout le réseau trophique à des concentrations allant de 8 à 1483 ng Sn g<sup>-1</sup> poids sec. La contamination est ubiquiste sans facteur de bioamplification vers les niveaux trophiques supérieurs, mais les niveaux de TBT retrouvés dans tous les organismes sont suffisants pour induire des effets toxiques sur chacun de ces organismes. Enfin, l'imposex, effet biologique connu et induit par le TBT a été observé chez les *Buccinum undatum* et est la première preuve de l'impact du TBT sur la santé du fjord du Saguenay.

<sup>1</sup>Institut des Sciences de la Mer (ISMER), Université du Québec à Rimouski, Rimouski

<sup>2</sup> Department of Biology, Wilfrid Laurier University, Waterloo, ON, Canada N2L 3C5

**R. Saint-Louis et É. Pelletier**<sup>1</sup>

CONCEPT DU MÉTABOLISME DE PHASES I ET II DES CONTAMINANTS ORGANIQUES À L'ÉCHELLE DE L'ÉCOSYSTÈME : EXEMPLE DE L'HYDROXYPYRÈNE DANS LE MILIEU MARIN.

Nous proposons un concept où la transformation des polluants organiques en métabolites de phases I et II est considérée à l'échelle du métabolisme d'un écosystème aquatique global. L'hypothèse centrale est que certaines espèces ou classes d'espèces sont plus efficaces à produire des métabolites de phase I de contaminants organiques alors que d'autres sont plus aptes à pousser plus loin la biotransformation en métabolites de phase II plus polaires suite à l'accumulation des métabolites de phase I. Comme première étape pour valider cette hypothèse nous avons exposé en laboratoire des moules bleues (*Mytilus edulis*) à l'hydroxypyrene, un métabolite de phase I du pyrène. L'hydroxypyrene et ses métabolites ont été détectés et quantifiés dans l'eau de mer et les tissus par HPLC-ESI-MS et leur structure confirmée par spectrométrie de masse en tandem (MS<sup>2</sup>). Nos résultats montrent que cette espèce est capable d'accumuler, de transformer et d'excréter 90% d'une dose élevée d'hydroxypyrene en moins de 48 heures à l'obscurité et à 9°C. Sous ces conditions le métabolisme est dominé par la conjugaison sulfate. Ainsi, en accord avec le concept de métabolisme à l'échelle de l'écosystème, la moule bleue appartiendrait surtout au groupe des espèces de phase II. Donc, à partir de ce concept, la notion d'espèces-clé en écotoxicologie engloberait à la fois des relations écologiques entre espèces et groupes d'espèces ainsi que des fonctions physiologiques et toxicologiques de chacune des espèces.

<sup>1</sup>Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER)  
Université du Québec à Rimouski  
310, allée des Ursulines  
Rimouski, Québec, Canada, G5L 3A1.

**C.M. Couillard, M. Lebeuf et B., Légaré**<sup>1</sup>

EFFET D'UN PRÉ-TRAITEMENT DES ŒUFS AU BPC126 SUR LA RÉPONSE DES LARVES DE CHOQUEMORTS EXPOSÉES AU DIAZINON

Au cours de leur formation, les œufs des poissons peuvent recevoir une charge de composés organiques persistants de leur mère puis, après la ponte, être exposés aux contaminants présents dans l'eau. L'effet d'un pré-traitement des œufs au 3,3',4,4',5 pentachlorobiphényle (BPC126) sur la réponse des larves exposées à un pesticide organophosphoré, le diazinon a été évalué chez le Choquemort (*Fundulus heteroclitus*). Quelques heures après la fertilisation, les œufs ont été traités avec une solution de BPC126 dans le DMSO (Groupe A), du DMSO (Groupe B) ou n'ont pas été traités (Groupe C). À l'éclosion, les larves des groupes A et B ont été exposées à différentes concentrations de diazinon dans l'eau salée et celles du Groupe C à de l'eau salée non contaminée pendant 96-h avec renouvellement des solutions d'exposition aux 24-h. Le diazinon a causé une inhibition de l'acétylcholinestérase (AChE) proportionnelle à la concentration lorsque  $\geq 361$  ng/L. Il a aussi causé une diminution de la longueur, avec une relation concentration-réponse atypique : diminution de la longueur à la plus faible concentration testée (124 ng/L), pas d'effet aux concentrations intermédiaires puis une diminution aux concentrations  $\geq 3,833$  ng/L. Le BPC126 diminuait l'inhibition d'AChE mais augmentait le retard de croissance chez les larves exposées au diazinon. Donc, le diazinon cause des effets sur la longueur des larves de poissons marins à de faibles concentrations, par un autre mécanisme que l'inhibition de l'AChE, et un pré-traitement des œufs avec le BPC126 modifie la réponse des larves au diazinon, augmentant la sévérité du retard de croissance.

<sup>1</sup>Ministère des Pêches et des Océans, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, Qc;

Les grenouilles connaissent des difficultés en termes de biodiversité et de population. Les causes pouvant expliquer cette adversité ne sont pas clairement identifiées mais la perte d'habitats et la contamination des écosystèmes sont souvent évoqués comme étant des facteurs influents. Dans les écosystèmes agricoles, ces conditions sont réunies; le drainage des marais et des étangs a confiné les grenouilles à des habitats précaires où elles sont exposées à une quantité non négligeable d'engrais et de pesticides. Quelle est, en fait, l'état de santé des grenouilles en milieu agricole? Pour trouver des éléments de réponse à cette vaste problématique, des chercheurs ont engagé leur expertise et leurs ressources afin d'examiner les conditions des grenouilles dans les écosystèmes agricoles.

Soutenu par le Réseau de recherche en écotoxicologie du Saint-Laurent, nous avons effectué une étude exploratoire le long de la rivière Yamaska. Nous avons privilégié une approche par sous-bassins versants afin de comparer des populations de grenouilles par rapport à l'intensité des activités agricoles qui prévalent dans leur environnement. Des Ouaouarons adultes et des têtards ont été échantillonnés durant les mois de juin et juillet 2003 et nous avons pu mettre en place un protocole permettant d'analyser un bon nombre de facteurs reflétant la spécialité des composantes de notre équipe. Ce projet se veut rassembleur. Nous pensons que la meilleure façon de fonctionner est de travailler en équipe et d'intégrer toutes les informations recueillies afin de réaliser une étude écotoxicologique majeure sur les grenouilles vivant dans les écosystèmes agricoles.

<sup>1</sup>Réseau de Recherche en Écotoxicologie du Saint-Laurent (RRÉSL) et Centre TOXEN, Université du Québec à Montréal

Les fluctuations *anormales* des niveaux d'eau génèrent plusieurs risques qui affectent (ou affecteront) les riverains, les usagers et les gestionnaires du fleuve Saint-Laurent. Ce présent projet de recherche, réalisé au sein de la *Chaire d'études sur les écosystèmes urbains* de l'UQÀM, repose sur des données provenant de deux activités distinctes : des rencontres publiques réalisées dans le cadre d'un projet du *Fonds d'action pour les changements climatiques* (FACC) tenu au lac Saint-Louis, et la réalisation d'entretiens semi-directifs auprès de participants présents lors de ces audiences. Des procès-verbaux, un questionnaire, les apports d'une démarche d'observation participante et les données d'enquête ont aussi permis de caractériser les perceptions des participants à l'égard des risques, impacts, et adaptations. Il a été possible, grâce à cette démarche de recherche d'évaluer la réceptivité des usagers face à une approche de gestion intégrée du fleuve, telle que souhaitée dans l'énoncé de *Politique nationale de l'eau*. Dans un contexte où la connaissance scientifique cohabite avec les volontés publiques, la démarche exécutée a permis : (1) de dresser un portrait des perceptions relatives à la question des fluctuations des niveaux d'eau et des pistes d'adaptations témoignées par les acteurs; (2) d'explorer les possibilités d'une approche de gestion intégrée comme base de solution à la problématique; (3) et de fournir certaines recommandations quant à la tenue d'exercices semblables faisant intervenir apports scientifiques et objectifs publics.

<sup>1</sup> Chercheur, Chaire d'études sur les écosystèmes urbains, Université du Québec à Montréal, étudiant à la Maîtrise en sciences de l'environnement, UQÀM.

<sup>2</sup> Directeur de recherche, titulaire de la Chaire d'études sur les écosystèmes urbains.

**B-1**

**V. Bécaert<sup>1</sup>, R. Chassé<sup>2</sup>, M. Giroux<sup>3</sup>, G. Côté<sup>2</sup>,  
C. Bastien<sup>2</sup> et L. Deschênes<sup>1</sup>**

DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA MOBILITÉ ET DE LA BIODISPONIBILITÉ DES ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES (ÉTM) D'UN SOL.

Exposé oral

Candidate pour les prix aux meilleures présentations étudiantes  
Reclassement accepté

La connaissance des mécanismes de transfert à travers les compartiments environnementaux (mobilité) ainsi que celle de la biodisponibilité et la toxicité des éléments traces métalliques (ÉTM) dans un sol sont très limitées et sont encore plus incomplètes lors d'un apport de matières exogènes. Le développement de nouvelles connaissances dans ce domaine a des conséquences directes sur la gestion des terrains contaminés ou encore la valorisation des matières résiduelles.

L'objectif du projet est de développer une méthode d'évaluation de la mobilité et de la biodisponibilité des ÉTM dans un sol qui permettra d'une part, de prendre en considération les mécanismes de transport et de transfert des ÉTM à travers les différents compartiments du sol et, d'autre part, de rendre compte des multiples interactions qui conditionnent la biodisponibilité et le niveau d'exposition des espèces vivantes. Pour ce faire trois approches complémentaires ont été développées et testées. La première estime la mobilité et les deux autres la biodisponibilité des ÉTM.

L'approche d'estimation de la mobilité consiste en une extraction chimique de différentes fractions des ÉTM dans les sols. La seconde approche est le développement d'un outil intégrateur d'évaluation de la biodisponibilité des ÉTM basé sur des tests de toxicité (mortalité, reproduction et évitement du ver de terre, germination, croissance de l'orge et mortalité, reproduction et mobilité de la daphnie). La dernière approche cible la communauté microbienne du sol en évaluant la stabilité de ses fonctions enzymatiques vitales. Les résultats de l'intégration de ces trois approches appliquées à l'étude de la biodisponibilité du cuivre dans un loam sableux contaminé seront présentés.

- <sup>1</sup> Chaire industrielle CRSNG en assainissement et gestion des sites, École Polytechnique de Montréal.
- <sup>2</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère de l'environnement du Québec, Canada.
- <sup>3</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).

**B-2**

**A. Gosselin<sup>1</sup>, L. Martel<sup>2</sup>, K. Pichette<sup>1</sup>, C. Bastien<sup>2</sup>,  
S. Burelle<sup>3</sup>, J. Giguère<sup>1</sup> et H. Ouellette<sup>3</sup>**

DÉVELOPPEMENT D'UNE PROCÉDURE D'ÉVALUATION DE LA BIODISPONIBILITÉ DES MÉTAUX CONTENUS DANS DES RÉSIDUS INORGANIQUES INDUSTRIELS NON DANGEREUX

Au Québec, l'industrie minière et métallurgique génère des quantités importantes de matières résiduelles inorganiques non dangereuses. Ces matières résiduelles peuvent être valorisées pour divers usages dépendamment de la mobilité et de la concentration des métaux qu'elles contiennent. Ces mesures ne tiennent toutefois pas compte de la biodisponibilité des métaux. Ce projet de recherche vise donc à développer une procédure d'évaluation de la biodisponibilité des métaux contenus dans des matières résiduelles. Des sols contaminés en métaux sont également étudiés afin que les outils développés puissent être appliqués dans le cadre de la procédure d'évaluation des risques écotoxicologiques (PÉRE) reliés à des terrains contaminés.

Les divers échantillons à l'étude ont d'abord été soumis à une caractérisation physico-chimique (contenus total et disponible, lixiviations), puis à une caractérisation écotoxicologique. À cet effet, des tests de toxicité ont été réalisés avec des plantes (orge, laitue, radis, cresson) et des invertébrés (ver de terre, daphnie) en utilisant soit directement les échantillons, ou encore leurs lixiviats.

Les résultats physico-chimiques obtenus indiquent que les différents groupes d'échantillons (résidus, sols et matériaux servant de référence (béton, pierres de carrière)) dépassent tous, de façon plus ou moins importante, certains critères issus de divers cadres réglementaires (PPSRTC, Règlement sur l'eau potable), pour les concentrations en métaux. Au point de vue écotoxique, les résultats obtenus jusqu'à maintenant suggèrent que la mesure de la croissance chez l'orge, de la germination chez le radis et de la létalité chez le ver de terre sont des paramètres sensibles à la toxicité des échantillons solides. La mesure de la létalité chez la daphnie serait la réponse la plus sensible pour la phase liquide obtenue suite à une lixiviation à l'eau. La procédure d'évaluation de la biodisponibilité des métaux qui est en cours de développement consiste à établir une séquence opérationnelle de tests de toxicité qui permettra de juger du potentiel écotoxique des résidus et des sols.

<sup>1</sup>Centre de recherche en environnement UQAM/Sorel-Tracy, 3000 boul. de Tracy, Sorel-Tracy, QC, J3R 5B9

<sup>2</sup>CEAEQ, Ministère de l'Environnement du Québec, 2700, rue Einstein, bureau E-2-220 Sainte-Foy, QC, G1P 3W8;

<sup>3</sup>DPSI, Ministère de l'Environnement du Québec, 675 boul. René-Lévesque-Est, 9<sup>e</sup> étage, Québec, QC, G1R 5V7.

**T. Konuk et G.J. Zagury<sup>1</sup>**

BIOACCESSIBILITÉ GASTRO-INTESTINALE IN-VITRO DE L'ARSENIC DANS DES SOLS CONTAMINÉS PAR L'ARSÉNIATE DE CUIVRE CHROMATÉ (CCA).

L'utilisation grandissante de l'arséniate de cuivre chromaté (CCA) comme agent de préservation du bois depuis les années 1970, a induit une préoccupation environnementale. En effet, des études récentes ont fait ressortir le potentiel de contamination des sols par l'As au voisinage immédiat des structures ou des poteaux en bois traité par le CCA. L'ingestion d'eau potable et de nourriture sont les principales voies d'exposition à l'As chez les adultes et l'ingestion de sol contaminé représente moins de 1 % du total ingéré. Cependant, dans l'éventualité d'une exposition directe à des sols contaminés par l'As, on estime que 90 % de l'absorption d'As provenant des sols se fait via l'ingestion, plutôt que par inhalation ou contact dermique. Chez les enfants, l'ingestion accidentelle de sol est la plus importante voie d'exposition à l'As après l'ingestion d'eau et de nourriture. Pour éviter les coûts et certaines difficultés des études in-vivo d'estimation de la biodisponibilité de l'As dans les sols, différentes méthodes in-vitro d'évaluation de la biodisponibilité gastro-intestinale ont été développées ces dix dernières années.

Les objectifs de la présente étude sont : (1) de sélectionner une méthode d'évaluation in-vitro de la biodisponibilité gastro-intestinale et (2) de l'appliquer à des échantillons de sols prélevés à la base de poteaux de bois traités au CCA afin d'évaluer, en cas d'ingestion de sol, la fraction de l'As total qui pourra être dissoute dans l'environnement gastro-intestinal et qui sera potentiellement disponible pour absorption (fraction bioaccessible).

Suite à une revue critique de la littérature, une méthode d'extraction séquentielle in-vitro à 37°C avec une phase gastrique (1h; pH = 1,8 ; avec pepsine) et une phase intestinale (1 h; pH = 5,5 ; avec pancréatine et extrait de bile) a été sélectionnée et adaptée. Une douzaine d'échantillons de sols ont été prélevés à la base de poteaux traités par du CCA-C, caractérisés (pH, teneurs en As, Cr, Cu, teneur en matière organique), tamisés à 300 µm et soumis en triplicata à la procédure d'extraction. Les caractéristiques physico-chimiques des sols ainsi que les pourcentages d'As bioaccessible dans les phases gastriques et intestinales seront présentés.

<sup>1</sup> Département des génies Civil, Géologique et des Mines  
École Polytechnique de Montréal, Montréal, Québec,  
Canada

**M. Gaudreault<sup>1</sup>, S. Loranger<sup>2</sup>, É. Ménard<sup>2</sup>, L. Houde<sup>3</sup>, M. Labrecque<sup>4</sup> et S. Sauvé<sup>1\*</sup>**

ÉVALUATION DE LA BIOCONCENTRATION DE L'HUILE VOLTESSO PAR LES PLANTES À LA SUITE D'UN DÉVERSEMENT SIMULÉ

L'huile Voltesso 35 est une huile diélectrique de haute qualité utilisée pour l'isolation et le refroidissement des transformateurs, des disjoncteurs et des commutateurs. Cette huile est largement employée par Hydro-Québec depuis plus de 20 ans et constitue environ 95% du volume d'huile isolante utilisée. Bien que plusieurs études traitent de la présence de HP dans le sol et des méthodes utilisées pour la restauration de sites contaminés (ATSDR, 1995, 1999), il existe de fait peu d'information relative aux impacts environnementaux ou aux risques pour la santé reliés spécifiquement à un déversement accidentel d'huile Voltesso. Cette étude vise donc à évaluer la bioconcentration de l'huile Voltesso par les parties comestibles de plantes suite à un déversement accidentel en conditions contrôlées (serre).

Pour ce faire, l'huile Voltesso a été déversée sur le sol de trois espèces de plantes (laitue, carotte et tomate) poussant en pot afin d'atteindre 3 niveaux d'exposition basés sur la concentration d'hydrocarbures pétroliers totaux (HPT ou C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>). La concentration de différentes fractions d'hydrocarbures pétroliers (C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>, aliphatique, aromatique et HAP) a été mesurée dans le sol et les tissus selon trois temps d'exposition variant selon l'espèce. Les facteurs de bioconcentration (FBC) ont été calculés pour les trois espèces à chacun des temps et niveaux d'exposition. Pour la laitue, la bioconcentration des HPT est directement proportionnelle avec la quantité d'huile dans le sol. Dans les tissus de carotte, l'accumulation de HPT a été observée pour tous les niveaux d'exposition et semble varier plus en fonction du temps que de la concentration. Après 24 heures, 7 jours et 21 jours suivant le déversement d'huile, la quantité de HPT extraite des tissus de carotte étaient respectivement entre 400-2000, 400-900 et 30-300 mg HPT/kg de tissu poids sec, correspondant à des FBC moyens de 0.14, 0.07 et 0.02. Les fruits des plants de tomates ont bioconcentré l'huile mais seulement lorsqu'ils ont été exposés aux plus fortes concentrations avec un FBC moyen de 0.015

<sup>1</sup> Département de chimie, Université de Montréal  
<sup>2</sup> Service d'analyse de risque QSAR inc., Montréal  
<sup>3</sup> Hydro-Québec, Unité Environnement, Montréal  
<sup>4</sup> IRBV-Jardin Botanique, Montréal  
\*Sebastien.Sauve@UMontreal.ca

**L. Laforte, A. Tessier et C. Gobeil**<sup>1</sup>

APPORTS ATMOSPHÉRIQUES DE THALLIUM ET D'INDIUM DANS DEUX LACS DU BOUCLIER CANADIEN ET POTENTIEL POUR LE SUIVI ENVIRONNEMENTAL.

Des carottes de sédiments du lac Tantaré, près de Québec, et du lac Vose, près de Rouyn-Noranda, ont été datées (<sup>210</sup>Pb) et ont servi à mesurer les concentrations de thallium (Tl) et d'indium (In) ainsi que plusieurs autres variables géochimiques. Des échantillons d'eau interstitielle et surnageante ont été prélevés aux mêmes sites par dialyse *in situ* et les ions majeurs, les sulfures, le carbone organique et inorganique ainsi que le pH y ont été mesurés en plus de l'indium et du thallium. Nous utilisons les caractéristiques géochimiques des sédiments et de l'eau interstitielle des deux lacs pour calculer la mobilité post-dépositionnelle (diagénétique) de Tl et In et identifier les réactions qui causent cette mobilité. Dans ces deux lacs inhabités du bouclier canadien, les contaminants anthropiques proviennent surtout de la déposition atmosphérique. Toutefois, les sources des retombées atmosphériques affectant les lacs Tantaré et Vose sont différentes et reliées à leur emplacement. La comparaison des flux de Tl et In avec ceux d'autres contaminants (dont les HAP et les isotopes stables du Pb) mesurés aux mêmes sites permet d'identifier les sources principales d'indium et de thallium dans ces deux lacs. Nos résultats suggèrent que ces éléments pourraient être utilisés comme traceurs de certaines sources d'émissions (combustion de charbon, fonderie de cuivre de Rouyn-Noranda) et pourraient servir au suivi (« monitoring ») *a posteriori* des flux de contaminants vers ces lacs.

**L. Bérubé, A. Tessier et C. Gobeil**<sup>1</sup>

CONVERTISSEUR CATALYTIQUE AUTOMOBILE ET CONTAMINATION RÉGIONALE EN PLATINE (PT) ET PALLADIUM (PD) DE LACS DU QUÉBEC

Depuis l'apparition des convertisseurs catalytiques sur les voitures d'Amérique du Nord en 1975, puis au début des années 1990 en Europe, les éléments du groupe du platine (ÉGP) sont le sujet de préoccupations environnementales grandissantes. Il est maintenant largement reconnu que les convertisseurs catalytiques automobiles contaminent en Pt et en Pd les zones à haute densité de trafic automobile. Bien que les ÉGP soient réputés inertes dans l'environnement, des observations récentes montrent que ceux émis par les automobiles peuvent subir des transformations dans l'environnement et entrer dans la chaîne trophique. De plus, des analyses effectuées sur des carottes de neiges et de glaces au Groenland indiquent la possibilité d'une contamination en ÉGP à grande échelle spatiale par voie atmosphérique. Nos travaux portent sur le transport régional par voie atmosphérique des ÉGP de sources anthropiques. En déterminant le Pt et le Pd dans des carottes de sédiments datés de lacs isolés de sources locales de contamination, nous avons établi l'historique de la déposition atmosphérique de ces métaux dans deux régions du Québec. Nos résultats indiquent que le flux de déposition atmosphérique du Pt était près de 10 fois plus élevé en 2001 qu'au début du 20<sup>e</sup> siècle. Ils montrent aussi que l'augmentation du flux de Pt est apparue avant l'avènement des convertisseurs catalytiques; d'autres sources contribueraient donc à la contamination de l'atmosphère par le Pt. Le flux de déposition atmosphérique du Pd a aussi augmenté au cours des 100 dernières années.

<sup>1</sup>. Institut national de la recherche scientifique—  
Eau, Terre et Environnement  
2700, rue Einstein, C.P. 7500, Ste-Foy (QC) G1V 4C7

<sup>1</sup>. INRS-ETE, Université du Québec, Québec

**L. Croisetière<sup>1</sup>, L. Hare<sup>1</sup>, A. Tessier<sup>1</sup> et G. Cabana<sup>2</sup>**

LES SÉDIMENTS, SOURCE D'ÉNERGIE POUR LES ORGANISMES BENTHIQUES?

De nombreux organismes vivent enfouis ou à la surface des sédiments. Cependant, dans le cadre d'une évaluation écotoxicologique, la relation entre les sédiments et ces organismes n'est pas toujours claire. Au cours du développement d'un biomonitor pour le suivi des métaux sédimentaires en milieu lacustre, nous avons mis au point une méthode pour déterminer l'importance du compartiment sédimentaire comme source d'énergie pour différents organismes.

La méthode est basée sur l'utilisation du ratio de deux isotopes stables du soufre ( $\delta^{34}\text{S}$ ). Les bactéries présentes à l'interface eau-sédiment changent la signature du soufre et ainsi, le ratio  $\delta^{34}\text{S}$  des organismes de la colonne d'eau diffère de ceux qui tirent leur énergie du compartiment sédimentaire. Nous avons réalisé cette étude en prélevant différents organismes de comportements connus (benthos, plancton et poissons) et avons comparé leur ratio  $\delta^{34}\text{S}$ . Les organismes tirant leur énergie du compartiment sédimentaire ont une signature qui diffère clairement des organismes planctonophages, par exemple.

Les résultats de cette étude vont permettre d'évaluer l'importance des sédiments comme source d'énergie pour de nombreux organismes et ainsi permettre de relier plus clairement l'impact d'une contamination sédimentaire sur une espèce particulière.

<sup>1</sup> Institut National de la Recherche Scientifique, Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)  
Université du Québec  
C.P. 7500, Sainte-Foy (Québec)  
Canada, G1V 4C7

<sup>2</sup> Département de Chimie-Biologie  
Université du Québec à Trois-Rivières  
C.P. 500, Trois-Rivières (Québec)  
Canada, G9A 5H7

**M. Pelletier<sup>1</sup> et M.R. LaFlèche<sup>2</sup>**

LES TERRES RARES ET LES BPC COMME INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DES PROCESSUS RÉGISSANT LA DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE DU SAINT-LAURENT.

Les eaux des tributaires du Saint-Laurent représentent environ 40% du débit liquide du fleuve à Québec. Toutefois, le débit de la charge solide du fleuve est principalement relié à l'érosion des berges (environ 65%) et à l'apport des différents tributaires (32%). Au niveau massique, la contribution des eaux fluviales transitant dans le secteur de Cornwall ne correspond qu'à 3% du total enregistré à la station de Québec (Rondeau *et al.* 2000). Les mesures de la quantité et de la qualité des matières en suspensions réalisées au lac Saint-François entre 1994 et 1999 ont montré que les particules sédimentaires provenant des tributaires situés au sud du lac se mélangeaient très peu avec celles des tributaires situés au nord (Pelletier et Lepage, 2004). À l'opposé, les particules déposées dans les bassins sédimentaires situés au nord du lac Saint-François présentent des caractéristiques communes aux tributaires drainant la partie sud du bassin suggérant ainsi un mélange des masses d'eau dans la partie amont du lac (Pelletier et Lepage, 2002).

Le bassin de drainage du lac Saint-François possède une caractéristique géologique qui le distingue des autres lacs fluviaux. Les rivières Grass, Raquette et Saint Régis qui se versent dans la partie amont sud du lac, drainent les roches métamorphiques des Adirondack. La signature géochimique des Terres Rares des particules provenant de l'érosion de ce massif montagneux a la particularité d'être différente de celle provenant du tronçon fluvial ontarien qui draine des terrains sédimentaires paléozoïques. L'analyse des Terres Rares effectuée par l'INRS-ETE et de certains contaminants comme les BPC et le Hg provenant des industries du secteur de Cornwall-Massena permet de suivre la trajectoire empruntée par les particules sédimentaires dans les différentes masses d'eau du lac Saint-François. Ces signatures géochimiques, non affectées par l'activité anthropique, permettent en plus de quantifier la proportion relative de ces particules accumulées dans les sédiments du lac.

<sup>1</sup> Sédimentologue, Centre Saint-Laurent, Environnement Canada

<sup>2</sup> Professeur chercheur, Institut National de la Recherche Scientifique Eau-Terre-Environnement

**D. Berryman<sup>1</sup> et L. Jalbert<sup>2</sup>**

LA RIVIÈRE BOURLAMAQUE EN ABITIBI : MORTALITÉ MASSIVE DE POISSONS DU 8 AOÛT 2003 ET QUALITÉ DE L'EAU

Vendredi le 8 août 2003, environ un millier de poissons morts ont été trouvés sur les rives de la rivière Bourlamaque, près de Val-d'Or, en Abitibi. Les analyses en laboratoire démontrent que les poissons morts sont contaminés par des métaux. Les concentrations d'aluminium, de fer et de cuivre dans les branchies de perchaudes trouvées mortes le 8 août 2003 sont respectivement 38, 29 et 14 fois plus élevées que dans celles de perchaudes témoins. La contamination par les métaux est également évidente dans les autres espèces de poissons (barbottes, dorés et brochets) soumises à l'analyse.

Ces résultats viennent supporter l'hypothèse à l'effet que la mortalité de poissons du 8 août 2003 ait été causée par un apport massif et soudain de résidus miniers ou des contaminants qui y sont associés : métaux, acide et matières en suspension. Cet apport pourrait avoir été causé par une hausse marquée des débits, consécutive aux fortes pluies qui se sont abattues dans la région au cours des jours qui ont précédé la mortalité.

Les données de qualité de l'eau démontrent que le ruisseau Manitou, qui draine le site minier du même nom, a un impact majeur sur la rivière Bourlamaque. L'acidité et les concentrations extrêmes de métaux dans le ce ruisseau font chuter le pH de la rivière Bourlamaque aussi bas que 4,0 et font monter ses teneurs en métaux à des niveaux qui dépassent de beaucoup les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique. Les teneurs en métaux dans la rivière Bourlamaque demeurent élevées jusqu'à son embouchure dans le lac Blouin.

<sup>1</sup> Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement

<sup>2</sup> Ministère de l'environnement, Direction de l'Abitibi-Témiscamingue

**A. Gagnon<sup>1</sup>, P.G.C. Campbell<sup>2</sup>, C. Jumarie<sup>1</sup> et A. Hontela<sup>3</sup>**

L'EFFET DU CU SUR LE STATUT PHYSIOLOGIQUE DU POISSON : ÉTUDE TERRAIN ET EN LABORATOIRE (IN VIVO ET IN VITRO).

Le Cu est un métal retrouvé en forte teneur dans les lacs de Sudbury, en Ontario, une région d'extraction minière. Malgré son rôle d'élément essentiel, le Cu est toxique à fortes concentrations, chez les poissons. Pour évaluer l'impact de Cu sur la physiologie des poissons, des perchaudes sont échantillonnées dans la région de Sudbury et des truites arc-en-ciel sont exposées au Cu (0, 30 et 80 µg/L) pendant 30 jours, en laboratoire. Les truites sont également échantillonnées avec ou sans stress de confinement (capture au filet pendant 3 min avant la prise du sang), afin de mieux caractériser l'effet du Cu sur la sécrétion cortisoloïque, et leurs cellules sécrétrices de cortisol sont aussi exposées au Cu *in vitro*. Les perchaudes des lacs contaminés ont une concentration de cortisol plasmatique et une sécrétion de cortisol par l'interréal faible, comparativement aux perchaudes du lac de référence. Les truites exposées au Cu *in vivo*, ont également perdu la capacité d'augmenter leur cortisol plasmatique en présence d'un stress de confinement. De plus, le facteur de condition, l'index hépatosomatique, le glucose plasmatique, le glycogène hépatique et l'activité de la pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase branchiale sont également altérés chez les truites exposées au Cu. Les expositions *in vitro* ont démontré que les truites stressées par confinement et exposées au Cu *in vivo* produisent très peu de cortisol, lorsque leurs cellules sont exposées au Cu, comparativement aux autres groupes de truites. Le Cu affecte donc plusieurs biomarqueurs hormonaux et physiologiques chez le poisson. (*Projet financé par MITE et bourse FCAR à A.Gagnon*).

<sup>1</sup> Université du Québec à Montréal, Centre de recherche TOXEN

<sup>2</sup> INRS-ETE

<sup>3</sup> Université de Lethbridge

**J. Sarica<sup>1</sup>, M. Amyot<sup>2</sup>, L. Hare<sup>1</sup>, P. Blanchfield<sup>3</sup>,  
R.A. (Drew) Bodaly<sup>3</sup>, H. Hintelmann<sup>4</sup> et M. Lucotte<sup>5</sup>**

LES TRANSFERTS DE MERCURE DES CARCASSES DE POISSON VERS  
LES ORGANISMES NÉCROPHAGES EN MILIEU LACUSTRE:  
UTILISATION DES ISOTOPES STABLES DE MERCURE.

Parce que le méthylmercure (MeHg), en milieu aquatique, se bioamplifie le long de la chaîne alimentaire, les concentrations les plus élevées se retrouvent chez les poissons piscivores. Pour l'heure, aucune étude ne s'est intéressée au transfert de MeHg des carcasses de poisson vers les nécrophages. Afin d'évaluer si de tels transferts de MeHg ont lieu à ce niveau trophique, nous avons mené des expériences au sein de deux lacs boréaux et en laboratoire. Les résultats préliminaires de la première étude en nature ont indiqué que les sangsues étaient fortement attirées par les carcasses de poisson et que leurs concentrations en Hg total augmentaient d'un facteur 5 durant le temps d'exposition aux carcasses. Afin de mesurer directement de tels transferts en conditions contrôlées, nous avons nourri des sangsues avec des carcasses de perchaude naturellement enrichies en <sup>202</sup>Hg provenant du lac 658 à ELA (Experimental Lakes Area, Ontario: projet METAALICUS). Les sangsues ont accumulé très rapidement le Hg des carcasses de poisson et ont atteint la signature isotopique des carcasses en moins de deux semaines. Nous concluons que les sangsues nécrophages peuvent retourner le Hg des carcasses de poisson vers les chaînes trophiques lacustres.

**M.C. Tardif<sup>1</sup>, A. Hontela<sup>1,4</sup>, P.G.C. Campbell<sup>2</sup>  
et C. Olsen<sup>3</sup>**

RÉPONSE DES ANTIOXYDANTS (GLUTATHION ET CATALASE) CHEZ  
LE GRAND BROCHET (ESOX LUCIUS) ET LE DORÉ JAUNE  
(STIZOSTEDION VITREUM) EXPOSÉS CHRONIQUEMENT AUX MÉTAUX  
TRACES.

Les espèces réactives de l'oxygène (ROS) sont produites lors du métabolisme aérobie, mais leurs effets délétères sur les principaux composés biologiques sont contrôlés par plusieurs antioxydants. Certains métaux sont considérés comme des inducteurs de stress oxydatif. L'effet de plusieurs métaux sur le glutathion réduit (GSH) et la catalase (CAT), deux antioxydants, a été évalué dans le foie et l'interréale du Grand brochet et du Doré jaune. Les hydroperoxydes de lipides (LOOH) étaient mesurés pour évaluer les dommages aux organes. L'effet d'un stress oxydatif induit par les métaux sur le tissu interrénal était évalué par l'analyse du cortisol plasmatique, principale hormone de stress. Les poissons ont été échantillonnés à deux sites, dans la rivière Allard dans la région minière de Matagami (Baie James), pendant l'été 2002. Les concentrations ambiantes de métaux étaient plus élevées au site exposé à l'effluent qu'au site référence. Seules les teneurs hépatiques de Cu et de Cd du doré suivaient le gradient de concentration métallique. La réponse des antioxydants aux métaux, de même que la formation de LOOH présentent des différences tissulaires et interspécifiques notables. La CAT est inhibée dans le foie des dorés du site exposé mais aucune autre différence entre les sites n'est obtenue. Toutefois, chez les brochets du site exposé à l'effluent, il y a une diminution de la formation de LOOH, correspondant à l'augmentation du cortisol. La production de LOOH est possiblement impliquée dans l'inhibition de la réponse cortisolinique. De manière générale, le doré semble plus sensible aux métaux comparé au brochet.

<sup>1</sup> Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, 2800 rue Einstein, C.P. 7500, Sainte-Foy, QC, G1V 4C7, Canada;

<sup>2</sup> Département des sciences biologiques, Université de Montréal, C.P. 6128, Succ. Centre-Ville, Montréal, QC, H3C 3J7, Canada;

<sup>3</sup> Freshwater Institute, Fisheries and Oceans Canada, 501 University Crescent, Winnipeg, MB, R3T 2N6, Canada;

<sup>4</sup> Department of Chemistry, Trent University, 1600 West Bank Drive, Peterborough, ON, K9J 7B8, Canada;

<sup>5</sup> Institut des sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-ville, Montréal, QC, H3C 3P8, Canada.

<sup>1</sup> Département des Sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, Centre de recherche en toxicologie environnementale (TOXEN)

<sup>2</sup> Institut National de la Recherche Scientifique- Eau Terre et Environnement (INRS-ETE), Université du Québec, Sainte-Foy

<sup>3</sup> COREM, 1180, rue de la Minéralogie, Québec

<sup>4</sup> Water Institute for Semi-arid Ecosystems (WISE), University of Lethbridge, Lethbridge, Alberta

**G. Triffault-Bouchet<sup>1</sup>, B. Clement<sup>1</sup>, G. Blake<sup>2</sup>,  
L. Martel<sup>3</sup> et C. Bastien<sup>3</sup>**

EVALUATION DU POTENTIEL TOXIQUE DE SEDIMENTS CONTAMINES  
PAR UTILISATION D'UN ESSAI EN MICROCOSMES DE 2 LITRES

Cinq sédiments de dragage de canaux de navigation français ont été évalués à l'aide d'un essai en microcosmes, de laboratoire, de 2 litres. Cette approche cherche à simuler leur élimination par immersion dans des gravières et, par conséquent, vise à évaluer le potentiel toxique de ces sédiments vis-à-vis d'écosystèmes lentières. Elle s'inscrit dans une démarche plus vaste d'évaluation des risques liés à ce type de pratiques.

Les microcosmes de 2 litres sont des systèmes multi-espèces offrant la possibilité de prendre en compte le rôle des différents compartiments abiotiques dans la partition des contaminants ainsi que l'exposition des organismes. Les effets des sédiments contaminés sont évalués sur 5 espèces représentatives de différents niveaux trophiques (producteurs primaires, consommateurs primaires pélagiques, épibenthiques et benthiques), sur une durée de 30 jours.

Les 5 sédiments de dragage ont été classés au vu de leur potentiel toxique. Quatre des sédiments présentent un potentiel toxique élevé dont des risques d'eutrophisation du milieu récepteur. Les critères d'effets mesurés ont été classés, la survie de *H. azteca* étant le plus sensible. Les risques liés à l'immersion des sédiments sous eau ne sont pas acceptables pour ces 5 sédiments. Des recommandations quant au volume de sédiment à immerger et aux conditions de ces dépôts ont été émises.

Cette étude a souligné l'intérêt d'utiliser cet outil pour l'évaluation de l'impact de ce type de matrices contaminées. Certains aspects du protocole restent, à ce jour, à optimiser afin d'obtenir, notamment, des niveaux de variabilité acceptables pour l'ensemble des paramètres suivis.

<sup>1</sup> Laboratoire des Sciences de l'Environnement, ENTPE, Rue Maurice Audin, 69518 Vaulx-en-Velin, France.

<sup>2</sup> Laboratoire Optimisation, Conception et Ingénierie Environnement (LOCIE), Université de Savoie/ESIGEC, Technolac, Bâtiment Mont-Blanc, 73376 Le Bourget du Lac cedex, France.

<sup>3</sup> Centre d'Expertise en Analyse Environnementale, Division Ecotoxicologie et Evaluation, Complexe scientifique, 2700 rue Einstein, Ste-Foy (Québec), Canada G1P 3W8

**F. Boily<sup>1</sup>, P.G.C. Campbell<sup>1</sup> et C. Fortin<sup>1</sup>**

MÉCANISMES DE PRISE EN CHARGE ET TOXICITÉ DU CADMIUM EN PRÉSENCE DE THIOSULFATE CHEZ UNE ALGUE VERTE

Généralement, la complexation d'un métal par un ligand provoque un décroissement de la prise en charge (tel que prédit par le Modèle du Ligand Biotique, ou BLM), mais certains complexes hydrophiles ( $ML_n^{\pm}$ ) semblent déroger à ce modèle. Ces cas d'exception au BLM impliquent souvent des ligands qui sont eux-mêmes assimilables, comme le thiosulfate. Si la complexation du cadmium par le thiosulfate suivait le BLM, elle devrait réduire sa biodisponibilité. Pour vérifier cette prédiction, nous avons exposé une algue verte, *Chlamydomonas reinhardtii*, à une concentration fixe de  $Cd^{2+}$  (2,75 nM) en présence de thiosulfate (1 mM) pendant une courte période de temps (< 1 h) et nous avons suivi l'accumulation du cadmium intracellulaire. Les résultats de cette expérience ont montré que l'algue accumulait deux fois plus de cadmium en présence de thiosulfate, même si la concentration de  $Cd^{2+}$  libre était identique dans les deux milieux. Pour vérifier si le complexe cadmium-thiosulfate entrait dans la cellule par un transporteur de sulfate, nous avons fait varier la concentration de ce dernier pour en voir l'effet sur la prise en charge du cadmium. Les résultats ont montré que la concentration de sulfate dans le milieu d'exposition avait un effet inhibiteur sur la prise en charge du cadmium, mais seulement lorsque le thiosulfate était présent. Une expérience sur une période de 72 h a confirmé que la prise en charge du cadmium était plus élevée en présence de thiosulfate pour une concentration de  $Cd^{2+}$  donnée, mais, paradoxalement, elle a aussi démontré que la toxicité du cadmium était atténuée dans le milieu contenant du thiosulfate. Les implications pratiques de ces résultats seront discutées.

<sup>1</sup> INRS Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)  
C.P. 7500, Ste-Foy, Québec, G1V 4C7

**A. Boullemant<sup>1</sup>, P.G.C. Campbell<sup>1</sup> et C. Fortin<sup>1</sup>**

PRISE EN CHARGE D'UN COMPLEXE NEUTRE DU CADMIUM PAR DES ALGUES VERTES : INFLUENCE DU PH ET DES SUBSTANCES HUMIQUES.

Il est désormais bien établi que les substances humiques (SH) en s'accumulant dans la phycosphère perturbent la perméabilité des membranes biologiques [1, 2]. Afin de mieux appréhender les effets des SH sur ces dernières, nous utilisons le complexe neutre  $\text{Cd}(\text{DDC})_2^0$  ( $\text{DDC}$  = diéthylthiocarbamate) bioaccumulé (jusqu'à 100 fois plus que le Cd seul) par diffusion passive et constituant une exception au Biotic Ligand Model (BLM). Par ailleurs nous étudions les effets possibles du pH sur l'assimilation du complexe  $\text{Cd}(\text{DDC})_2^0$  chez trois algues vertes unicellulaires d'eau douce. En absence de SH, un changement de pH de 7,0 vers 5,5 provoque une prise en charge nettement plus faible chez les trois espèces. Une telle sensibilité au pH est reconnue pour des espèces métalliques cationiques (et le BLM en tient compte) mais elle est sans précédent pour des espèces métalliques neutres. L'ajout de SH, malgré leur pouvoir tensioactif plus élevé à pH neutre qui devrait faciliter la diffusion passive, mène à une baisse importante de la bioaccumulation du  $\text{Cd}(\text{DDC})_2^0$  à pH 7,0 et ce à la fois pour les trois algues et pour trois types de SH. Dans le cas particulier des acides humiques cette baisse s'explique par la forte association (>70%) en solution entre le  $\text{Cd}(\text{DDC})_2^0$  et lesdits acides humiques telle que révélée par des expériences de dialyse. Inversement à pH 5,5 l'association non significative (<10%) entraîne une légère augmentation de la prise en charge du complexe neutre chez *P. subcapitata* comparativement au témoin en absence de SH, illustrant le caractère ambivalent des SH en tant qu'agents complexant et surfactants.

<sup>1</sup> INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE),  
C.P. 7500, Sainte-Foy, Québec, G1V 4C7

**H. Morlon<sup>1</sup>, C. Fortin<sup>2</sup>, M. Floriani<sup>1</sup>, C. Adam<sup>1</sup>  
et J. Garnier-Laplace<sup>1</sup>**

PRISE EN CHARGE ET EFFETS INDUITS DU SÉLÉNITE CHEZ L'ALGUE VERTE *CHLAMYDOMONAS REINHARDTII*. APPORTS DE LA MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE À TRANSMISSION.

Le sélénium est un micro-nutriment essentiel qui intervient dans la défense antioxydante mais qui devient toxique lorsqu'il est présent à de trop fortes concentrations. Dans les écosystèmes aquatiques, les micro-algues fixent le sélénium et le transfèrent aux niveaux trophiques supérieurs, avec une importante capacité de bioconcentration. Les recherches menées se concentrent sur le transport membranaire et les effets du sélénite -Se(IV)- chez l'algue verte unicellulaire *Chlamydomonas reinhardtii*.

L'exposition des cellules à du sélénite marqué (<sup>75</sup>Se, émetteur β), pendant une courte durée (~1h), et dans des milieux inorganiques de physico-chimie contrôlée, permet d'estimer les flux d'internalisation, ainsi que d'identifier les facteurs (concentrations en nutriments, pH) qui ont un effet sur le transport. L'interprétation des résultats s'appuie sur l'utilisation du logiciel JChess afin d'établir un lien entre la spéciation et l'accumulation du sélénite.

L'exposition des cellules à du sélénite stable pendant la durée de la croissance algale (96h) permet d'évaluer la bioaccumulation sur des échelles de temps plus réalistes d'un point de vue environnemental et d'étudier la toxicité du sélénite sur la croissance et la physiologie des algues. Les analyses en microscopie électronique à transmission révèlent chez les algues exposées la présence de granules denses aux électrons dans lesquels on a pu identifier du sélénium. On observe plusieurs atteintes de l'ultrastructure algale, l'effet le plus marquant étant une augmentation du nombre et du volume des grains d'amidon.

<sup>1</sup> Institut de Radioprotection et Sécurité Nucléaire,  
DEI/SECRE/LRE, Cadarache, France.

<sup>2</sup> INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, Canada.

**F-1****P. Cantin**<sup>1</sup>

VALIDATION ET IMPLANTATION D'UN MILIEU DE CULTURE À SUBSTRATS ENZYMATIQUES POUR L'ANALYSE D'*ESCHERICHIA COLI* ET DES COLIFORMES TOTAUX DANS L'EAU POTABLE

**F-2****M.O. Fouchécourt et A. Renoux**

PRÉSENCE DE TRICHLOROETHYLÈNE (TCE) ET SES PRODUITS DE DÉGRADATION DANS L'EAU SOUTERRAINE À VALCARTIER (QUÉBEC) : ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ET L'ENVIRONNEMENT

---

La présence de TCE dans l'eau souterraine de la région de Valcartier a conduit le ministère de la Défense nationale (MDN) à prendre des mesures de gestion visant à réduire sa concentration dans l'eau potable. En 2002, Sanexen a été mandaté par le MDN pour s'assurer que ces mesures étaient adéquates pour la protection de la santé et pour évaluer les risques pour la faune et la flore. L'analyse de risques pour la santé humaine, réalisée selon les lignes directrices du Ministère de la Santé et des Services sociaux, incluait l'ingestion d'eau, de poisson et de produits locaux (exposés par arrosage), l'inhalation et le contact cutané. L'accumulation chez le poisson pêché localement a été estimée à partir de la concentration moyenne mesurée en automne 2002 dans l'eau de la rivière Jacques-Cartier (1 µg/L), au niveau et en aval du panache de contamination. Les résultats ont montré que grâce aux mesures prises par le MDN (réduisant à 0,4 µg/L en moyenne la concentration de TCE dans l'eau potable), les résidants ne sont pas exposés à des risques critiques pour leur santé, même à long terme (70 ans, risque de cancer < 10<sup>-6</sup>). Par ailleurs, les niveaux de TCE (≤5,4 µg/L) et de ses sous-produits (*cis*-DCE ≤1,5 µg/L) mesurés en 2002 dans l'eau des rivières Jacques-Cartier et Nelson ne posent pas de risques significatifs pour l'environnement. L'approche méthodologique adoptée et les concentrations maximales recommandées pour chacun des sous-produits du TCE seront également présentées.

<sup>1</sup>. Centre d'Expertise en Analyse Environnementale, Division Ecotoxicologie et Evaluation, Complexe scientifique, 2700 rue Einstein, Ste-Foy (Québec), Canada G1P 3W8

<sup>1</sup> Sanexen Services Environnementaux Inc., Varennes (Québec).

**C. Robert<sup>1</sup> et H. Tremblay<sup>1</sup>**

SUIVI DE SUBSTANCES HORMONALES DANS L'EAU BRUTE ET L'EAU TRAITÉE DE SIX STATIONS DE PRODUCTION D'EAU POTABLE DU QUÉBEC

En matière d'eau potable, plusieurs normes ont été établies dans les dernières décennies afin d'assurer la qualité de l'eau distribuée à la population. En plus des microorganismes, bon nombre de contaminants chimiques sont d'ailleurs maintenant contrôlés régulièrement dans les réseaux. Toutefois, de nouvelles questions se posent depuis quelques années à l'égard de contaminants présentant un potentiel de perturbateur endocrinien. Parmi ces contaminants, les caractéristiques des hormones naturelles et synthétiques et les produits pharmaceutiques sont source de préoccupation. Celles-ci ont d'ailleurs été identifiées comme volet exploratoire dans les plus récentes orientations triennales du Programme de surveillance de la qualité de l'eau potable du Ministère.

Afin de documenter cette préoccupation, la Direction du milieu municipal du Ministère a réalisé en 2003-2004 une première caractérisation de la présence de substances hormonales à l'eau brute et traitée de six stations de production d'eau potable susceptibles d'être influencées par des effluents d'eaux usées municipales, dans lesquels de tels contaminants peuvent se retrouver. Les effluents de six stations d'épuration d'eaux usées ont d'ailleurs également fait l'objet d'analyses.

Les premiers résultats obtenus montrent notamment la présence occasionnelle de certaines substances hormonales à l'eau brute des six stations d'eau potable. Le niveau de connaissance actuel sur les risques présentés par ces substances pour la santé humaine, ainsi que la part de l'eau potable dans l'exposition globale à de telles substances, nécessite d'être développé davantage. Des suivis dans l'eau potable d'une variété plus grande de produits pharmaceutiques sont prévus, et le partenariat permettra un questionnement plus global sur la question.

<sup>1</sup> Ministère de l'Environnement du Québec

**C. Olsen<sup>1</sup>, S. Masson<sup>2</sup>, P. Campbell<sup>2</sup>, L. Martel<sup>3</sup> et B. Vigneault<sup>4</sup>**

CARACTÉRISATION CHIMIQUE ET SPÉCIATION DES MÉTAUX DANS UNE RIVIÈRE RECEVANT UN EFFLUENT MINIER : ÉVALUATION SPATIALE ET TEMPORELLE DE LA QUALITÉ DES EAUX RÉCEPTRICES.

La concentration de l'ion métallique libre est l'un des paramètres les plus importants qui sont utilisés pour prédire la biodisponibilité des métaux selon l'approche du « Biotic Ligand Model ». Ainsi, la prise en charge des métaux par les organismes aquatiques est grandement affectée par les caractéristiques chimiques des eaux (ex. : Ca, pH, présence de ligands naturels, etc.). Un des objectifs visés par cette étude était donc d'effectuer une caractérisation chimique globale (inorganique et organique) des eaux de la rivière Allard située sur le territoire de la Baie-James et qui reçoit l'effluent d'une mine de métaux de base. Au total, six sites ont été caractérisés à quatre reprises durant la période s'échelonnant entre juin et août 2003 afin (i) de quantifier le niveau d'enrichissement des eaux en métaux; (ii) d'évaluer les variations spatiales et temporelles de cet enrichissement; et (iii) d'estimer la spéciation des métaux. Les échantillons ont été prélevés par dialyse *in situ* (~2 semaines, <0,2 µm). L'évaluation des ions libres a été réalisée à partir d'une technique d'échange ionique (TEI) et du logiciel de spéciation WHAM. Les résultats d'analyses chimiques indiquent que les sites de la rivière présentent des gradients en ce qui concerne les concentrations ambiantes de certains paramètres tels le calcium dissous, les sulfates, le zinc dissous et libre ainsi que le cadmium dissous et libre. Toutefois, d'autres métaux, comme le Ni, ne présentent pas d'enrichissement. De plus, ces mêmes gradients sont localisés aux mêmes sites durant toute la période estivale. En ce qui concerne la spéciation des métaux (Cd<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> et Ni<sup>2+</sup>), les résultats obtenus par TEI corroborent les estimations effectuées à l'aide du logiciel WHAM. Enfin, la spéciation des métaux semble être affectée principalement par deux variables, soit la concentration de carbone organique dissous naturel de la rivière Allard et l'apport de l'effluent. (Programme de partenariat Université-Industrie du CRSNG)

<sup>1</sup> COREM, 1180, rue de la Minéralogie, Québec, QC, G1N 1X7

<sup>2</sup> INRS-ETE, C.P. 7500, Ste Foy, QC, G1V 4C7

<sup>3</sup> CEAEQ, Ministère de l'Environnement du Québec, 1665, boul. Hamel, Édifice n° 2, Québec, QC, G1N 3Y7

<sup>4</sup> Ressources naturelles Canada, 555 rue Booth  
Ottawa, ON, K1A 0G1

**L. Martel<sup>1</sup>, C. Bastien<sup>1</sup>, B. Vigneault<sup>2</sup>, S. Masson<sup>3</sup>,  
C. Olsen<sup>4</sup>, N. Lepage<sup>1</sup> et P.G.C. Campbell<sup>3</sup>**

ÉTUDE DE LA TOXICITÉ DE L'EAU DE RIVIÈRES RECEVANT DES APPORTS ANTHROPIQUES DE MÉTAUX À L'AIDE DU TEST DE TOXICITÉ ALGALE AVEC *PSEUDOKIRCHNERIELLA SUBCAPITATA*

Dans le cadre d'un projet de recherche dont l'objectif général est de mettre au point une approche écotoxicologique permettant d'évaluer les effets de l'enrichissement en métaux dans des systèmes lotiques, nous avons étudié la toxicité d'échantillons d'eau provenant de rivières de la région de l'Abitibi à l'aide de différents tests de toxicité standards. Les résultats d'une première saison d'échantillonnage ont mis en évidence que parmi les tests de la batterie utilisée, seuls celui avec l'algue *Pseudokirchneriella subcapitata* (anciennement *Selenastrum capricornutum*) et, dans une moindre mesure, le test Microtox® ont permis d'observer une réponse toxique. La relation entre la réponse du test avec *P. subcapitata* et les concentrations des métaux dissous et libres a par la suite été étudiée dans les rivières Allard et Colombière. Les échantillons ont été prélevés par dialyse à 15 stations réparties sur les deux rivières. Les résultats obtenus permettent de mettre en relation le gradient de concentration métallique et le niveau de réponse du test de toxicité. Une étude comparative de trois protocoles du test algal qui diffèrent entre autres par l'ajout ou non d'EDTA, un agent chélateur des métaux, dans le milieu d'exposition a aussi été réalisée. Elle a permis de mettre en évidence une diminution de la sensibilité du test, associée à l'utilisation d'EDTA, envers des échantillons présentant des contaminations métalliques. Des expérimentations visant à étudier l'influence de certaines variables, dont la dureté de l'eau, sur le niveau de réponse du test de toxicité algale ont aussi été réalisées afin d'appuyer l'interprétation des résultats. (Projet financé en partie par une subvention COREM/CRSNG du programme de partenariat Université-Industrie)

**B. Vigneault<sup>1</sup>, L. Martel<sup>2</sup>, M.L. Schwartz<sup>1</sup>, J. Beyak<sup>1</sup>, M. King<sup>1</sup>, C. Bastien<sup>2</sup> et J.C. McGeer<sup>1</sup>**

DÉTERMINATION DE LA TOXICITÉ AIGUË ET SOUS-LÉTALE ET DE LA BIOACCUMULATION DU CUIVRE ET DU ZINC DANS UN COURS D'EAU RECEVANT UN EFFLUENT MINIER.

L'objectif des présents travaux est de valider l'approche des ratios d'effet de l'eau, WER, et l'utilisation du métal interne comme prédicteur de la toxicité pour un cours d'eau qui reçoit un effluent minier chaulé. La toxicité aiguë (*Daphnia magna* – mortalité) et sous-létale (*Ceriodaphnia dubia* - reproduction et *Pseudokirchneriella subcapitata* / *Lemna minor* – croissance) du cuivre et du zinc a été comparée dans des milieux d'exposition de laboratoire et dans une eau réceptrice. Des mesures de bioaccumulation ont également été effectuées pour *D. magna*. Les tests avec *D. magna* et *P. subcapitata* ont été effectués selon les protocoles d'Environnement Canada et du CEAEQ. La toxicité aiguë du cuivre chez *D. magna* était jusqu'à 60 fois moins élevée dans l'eau réceptrice que dans le milieu d'exposition de laboratoire; dans le cas du zinc, ce rapport WER pouvait atteindre une valeur de 3. Les données de bioaccumulation indiquent que l'internalisation du cuivre et du zinc au cours de l'exposition aiguë n'est pas reliée à la survie de *D. magna*. Un effet protecteur similaire a été observé pour la toxicité sous-létale chez *P. subcapitata*, avec des WER jusqu'à 90 pour le cuivre et jusqu'à 40 pour le zinc. Les WER sont plus faibles pour les deux autres tests sous-létaux, soit jusqu'à 5 pour le cuivre et jusqu'à 2 pour le zinc pour *C. dubia* et jusqu'à 7 pour le cuivre et jusqu'à 2 pour le zinc pour *L. minor*. Finalement, les différences de WER observées entre les protocoles ou entre les laboratoires résultent uniquement de différences de sensibilité dans les milieux d'exposition de laboratoire et non pas de différences de sensibilité dans l'eau réceptrice.

<sup>1</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MENV, 2700 rue Einstein, Sainte-Foy, Québec, G1P 3W8

<sup>2</sup> CanMET, Ressources naturelles Canada, 555 rue Booth, Ottawa, ON, K1A 0G1

<sup>3</sup> INRS Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE), C.P. 7500, Ste-Foy, Québec, G1V 4C7

<sup>4</sup> COREM, 1180, rue de la Minéralogie, Québec, QC, G1N 1X7.

<sup>1</sup>LMSM-Canmet, Ressources naturelles Canada

<sup>2</sup>CEAEQ, Ministère de l'environnement du Québec.

**U. Borgmann<sup>1</sup>, Y. Couillard<sup>2</sup> et M. Nowierski<sup>1</sup>**

TOXICITÉ ET BIOACCUMULATION DE MÉTAUX PAR L'AMPHIPODE *HYALELLA AZTECA* EXPOSÉ À DES SÉDIMENTS DE RIVIÈRES AFFECTÉS PAR L'EXPLOITATION MINIÈRE AU NORD OUEST DU QUÉBEC

L'approche 'Triade' consiste en l'analyse chimique des sédiments ainsi que l'évaluation de leur toxicité, et l'analyse de la communauté benthique trouvée dans le milieu récepteur. L'évaluation de la bioaccumulation des métaux à partir de ces sédiments permettrait de quantifier leur biodisponibilité et d'inférer la cause de la toxicité des sédiments (p.ex. que serait le(s) métal(aux) responsable(s) de la toxicité?). Le projet COREM-CRSNG examine les impacts biologiques occasionnés par les contaminations métalliques associées à l'exploitation minière sur deux rivières des régions de l'Abitibi et de la Baie James au Québec. Ce projet a offert l'opportunité de tester l'approche 'Triade' incorporant des mesures de bioaccumulation pour l'identification de cause(s) possible(s) de toxicité dans les milieux lotiques sous influence de rejets miniers. Quinze sites d'échantillonnage de degré trophique et condition écologique similaires, mais très différents quant à la contamination en métaux, ont été sélectionnés pour la présente étude. Au cours de l'été 2002, des sédiments oxiques (triplicata) ont été obtenus de chacun de ces sites pour effectuer des tests de toxicité avec sédiments dans les laboratoires de l'Institut national de recherche sur les eaux (Burlington ON). On a incorporé dans des contenants coniques de type 'Imhoff' 15 mL de sédiment et 1 litre d'eau (eau du lac Ontario diluée et modifiée pour ressembler à l'eau du site récepteur). Après une période de quatre semaines, on a déterminé la survie de spécimens de l'amphipode *Hyalella azteca*, ainsi que les concentrations de métaux dans ces organismes et dans l'eau du test. Ces résultats furent comparés à des relations bioaccumulation-toxicité générées précédemment en laboratoire avec *Hyalella* pour un ensemble de métaux testés individuellement. Cette présentation discute des résultats de ces tests de toxicité.

<sup>1</sup>National Water Research Institute (NWRI), 867 Lakeshore Rd, P.O. Box 5050  
Burlington, ON, L7R 4A6

<sup>2</sup>Existing Substances Branch, Environment Canada, Gatineau, QC K1A 0H3.

**A. Michaud<sup>1</sup>, L. Hare<sup>1</sup> et P.G.C. Campbell<sup>1</sup>**

DYNAMIQUE D'ÉCHANGE DE CADMIUM ENTRE LE BIOMONITEUR *HEXAGENIA* ET SON MILIEU : EXPERIENCE DANS LA NATURE

Les organismes biomoniteurs permettent d'estimer la concentration biodisponible d'un contaminant dans l'environnement. Pour que l'utilisation d'un biomoniteur soit efficace, il est avantageux de connaître son temps de réponse à un changement dans les concentrations d'un contaminant dans la nature. Pour mesurer les taux d'échange de cadmium dans la nature, nous avons effectué une transplantation réciproque de larves de l'éphémère *Hexagenia limbata* entre deux rivières localisées en Abitibi (Rivière Allard et Rivière Colombière) et possédant des concentrations différentes en Cd. Les mesures des gains et des pertes de Cd se sont effectuées dans deux organes, le tractus digestif et le corps, et dans plusieurs fractions cellulaires (isolées par centrifugation différentielle). Dans le cas des larves transplantées vers la rivière Allard, nous observons un accroissement de la concentration en Cd dans le temps, une accumulation principale du Cd dans le tractus intestinal et une localisation du Cd dans la fraction subcellulaire des peptides et des protéines stables à la chaleur (« métallothionéine »). Dans le cas des larves transplantées vers la rivière Colombière, nous observons une diminution des concentrations en Cd dans le tractus intestinal et que la perte en Cd se manifeste principalement dans la fraction « métallothionéine ». Ces résultats suggèrent que cet insecte prene son Cd de sa nourriture (les sédiments) et qu'il est tolérant au Cd en raison de sa grande capacité à synthétiser de la métallothionéine. Les changements dans les concentrations en Cd les plus notables ont été remarqués dans les deux premières semaines de la transplantation, ce qui suggère que *H. limbata* serait un bon biomoniteur pour les changements en [Cd] à court terme. Ce projet est financé par COREM et le CRSNG (programme de partenariats université-industrie).

<sup>1</sup>INRS Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)  
C.P. 7500, Ste-Foy, Québec, G1V 4C7

**S. Masson<sup>1</sup>, P.G.C. Campbell<sup>1</sup>, L. Hare<sup>1</sup>, C. Olsen<sup>2</sup>,  
L. Martel<sup>3</sup>, B. Pinel-Alloul<sup>4</sup>, G. Méthot<sup>4</sup>  
et A. Hontela<sup>5</sup>.**

INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET  
TOXICOLOGIQUES SUR LA STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS  
BENTHIQUES DE DEUX RIVIÈRES DE L'ABITIBI.

Dans certaines régions de l'Amérique du Nord, influencées notamment par des rejets miniers, on présume que les métaux bioaccumulés ont des effets délétères sur les organismes de lacs et de rivières. Cependant, plusieurs travaux montrent que l'influence de la bioaccumulation des métaux traces sur la structure des communautés aquatiques est difficile à distinguer de celle d'autres facteurs environnementaux confondants (variables biologiques, chimiques et physiques). Le but de cette étude est de déterminer si la présence de métaux dans deux rivières de l'Abitibi a un impact sur la structure des communautés d'invertébrés et d'identifier l'influence relative des différents facteurs environnementaux physico-chimiques et toxicologiques. Les travaux ont été réalisés durant l'été 2002 dans le nord du Québec, soit dans les rivières Colombière et Allard situées respectivement près des villes de Val d'Or et de Matagami. Les concentrations de métaux dans l'eau et les sédiments, ainsi que différentes variables limnologiques (ex : pH, conductivité, acides fulviques, anions majeurs, etc.) ont été mesurées à 15 stations. Nous avons prélevé huit répliqués de benthos à chacune des stations à l'aide d'une benne Ekman. Les invertébrés ont été triés, identifiés au plus bas niveau trophique possible et comptés par la suite en laboratoire. Les résultats provenant des deux rivières ont été traités séparément en raison de différences marquées entre les deux rivières au niveau de la morphométrie, la physico-chimie et la biologie. Des analyses multivariées ont été réalisées dans le but d'identifier l'influence des facteurs (1) physico-chimique, (2) toxicologique dans l'eau et (3) toxicologique dans les sédiments, sur la structure des communautés benthiques. Ensuite, des analyses permettant de partitionner la variance ont été effectuées afin d'identifier la contribution relative des différentes variables environnementales à la structure des communautés benthiques.

<sup>1</sup>INRS Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE), C.P. 7500, Ste-Foy, Québec G1V 4C7

<sup>2</sup>COREM, 1180, rue de la Minéralogie, Québec, G1N 1X7;

<sup>3</sup>Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MENV, 2700 rue Einstein, Sainte-Foy, Québec, G1P 3W8;

<sup>4</sup>Département des Sciences biologiques, Université de Montréal, C.P. 6128, Succ. Centre Ville, Montréal, QC, H3C 3J7

<sup>5</sup>Département des Sciences biologiques, UQAM C.P. 8888, Succ. Centre Ville, Montréal, QC, H3C 3P8

**L. Deschênes, L. Toffoletto, J. Godin, C. Reid  
et C. Bulle<sup>1</sup>**

DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE D'ÉVALUATION DES IMPACTS DU  
CYCLE DE VIE ADAPTÉE AU CONTEXTE CANADIEN

L'évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV) permet d'identifier, de caractériser et d'évaluer les impacts potentiels des interventions identifiées lors de la réalisation d'une analyse du cycle de vie (ACV, norme ISO14040). Cette étape affecte les résultats de l'analyse des inventaires à différentes catégories d'impacts locaux, régionaux et globaux tels que: changement climatique, destruction de la couche d'ozone, acidification, eutrophisation, formation de smog, écotoxicité, toxicité humaine, utilisation des terres et extraction des ressources.

Différentes méthodes ÉICV sont actuellement disponibles. Cependant ces dernières, principalement développées en Europe, ne prennent pas en compte la problématique environnementale Canadienne. En effet, bien que les indicateurs de catégories d'impact au niveau global soient bien acceptés par la communauté scientifique internationale, les indicateurs régionaux et locaux ne peuvent s'appliquer à tous les pays.

Cette étude vise donc à développer une méthode ÉICV adaptée aux contextes géographique et environnemental Canadien. Ce projet se base essentiellement sur les recommandations du SETAC ainsi que sur les méthodes ÉICV sorties récemment telles que TRACI (US EPA), IMPACT2002<sup>+</sup> (ÉPFL) et EDIP2003 (Danish EPA). La méthode canadienne est orientée à la fois problèmes et dommages. Une structure préliminaire avec les modèles reliant les résultats d'inventaire aux différentes catégories d'impact est maintenant achevée. Dix catégories d'impacts ont été sélectionnées, une revue de littérature sur les meilleurs modèles disponibles a été effectuée. La sélection des modèles de caractérisation s'est faite selon leur niveau de complétude, de rigueur scientifique, de sophistication, leur adaptabilité aux conditions canadiennes et la possibilité d'utiliser les résultats pour obtenir des indicateurs de dommages.

<sup>1</sup> CIRAIG : Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services, École Polytechnique de Montréal

**C. Daoust<sup>1</sup>, O. Jolliet<sup>2</sup>, J. Payet<sup>2</sup>, R. Samson<sup>1,3</sup>  
et L. Deschenes<sup>1,3</sup>**

INTÉGRATION DE L'INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES DU SOL  
DANS L'ÉVALUATION DU POTENTIEL ÉCOTOXIQUE DU CUIVRE EN  
ACV

Dans le contexte de l'Évaluation des Impacts du Cycle de Vie (ÉICV), l'évaluation du potentiel d'impact écotoxique doit prendre en considération les trois éléments suivants: le sort, l'exposition et l'effet des polluants. Or, les modèles multi-compartiments disponibles n'évaluent que le sort et l'effet sans prendre en considération une biodisponibilité variable des contaminants selon les caractéristiques du sol. L'approche proposée permet de quantifier les paramètres de l'évaluation de l'écotoxicité terrestre des métaux qui sont influencés par les caractéristiques de sols et, par conséquent, d'intégrer la spécificité géographique du sort et de l'effet des métaux à l'intérieur de modèles multi-compartiments.

Par l'exemple du cuivre, l'influence des propriétés clés des sols (pH, argile, matière organique) a été reliée en laboratoire aux processus suivants :

- le partitionnement du Cu entre les compartiments sol et eau ;
- sa disponibilité chimique (via des extractions);
- son effet écotoxicologique sur la croissance de *Hordeum vulgare* et la mortalité de *Eisenia fetida*.

Enfin, ces relations ont été suivies dans le temps pour une partie des sols constitués. Une série de cycles mouillage/séchage a été choisie pour représenter le vieillissement d'une contamination.

Les résultats obtenus montrent une variation importante du partitionnement du cuivre en fonction des sols. En effet, le coefficient de partition sol/eau ( $K_d$ ) varie de 3 ordres de grandeur pour les sols testés. Les effets écotoxiques observés varient également de façon importante. Par exemple, la  $LC_{50(14j)}$  du ver de terre passe de 287 mg Cu/kg dans un sable faiblement acide à plus de 6000 mg/kg dans des sols organiques et faiblement basiques.

<sup>1</sup> CIRAIG - Centre Interuniversitaire de Référence sur l'Analyse, l'Interprétation et la Gestion du cycle de vie des produits, procédés et services, École Polytechnique de Montréal

<sup>2</sup> Life Cycle Systems Group, GECOS, ENAC, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

<sup>3</sup> Chaire industrielle CRNSG en assainissement et gestion des sites, Département de Génie chimique, École Polytechnique de Montréal

**J. Dontigny, L. Deschênes et R. Samson<sup>1</sup>**

ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DE SCÉNARIOS DE GESTION POUR  
LES SOLS POLLUÉS DE LA VILLE DE MONTRÉAL.

La contamination des sols est un problème important pour Montréal et tel que son développement économique est compromis. L'arrivée de nouvelles législations environnementales, par exemple la *Loi 72*, montre que les priorités changent. La tendance est néanmoins claire : privilégier le traitement et restreindre l'enfouissement. Ce nouveau contexte représente une opportunité pour l'administration montréalaise de revoir et questionner ses pratiques.

Pour des motifs économiques, le traitement de tous les sols contaminés est impossible. Toutefois, une approche combinant traitement/réutilisation des sols et inspirée du schéma de gestion mis en place à Rotterdam pourrait s'avérer une solution.

Le but de ce projet est d'évaluer la charge environnementale associée à une gestion des terrains contaminés montréalais basée sur la réutilisation. La modélisation des impacts est effectuée via une Analyse du Cycle de Vie (ACV). Il s'agit d'un outil de modélisation exhaustive qui permet une analyse globale des impacts environnementaux au-delà des points d'émissions, ce qui rend l'approche intéressante pour la gestion des friches industrielles. La démarche est régit par les normes ISO 14 040.

Cette conférence compare les impacts environnementaux attribuables à des scénarios traditionnels de gestion pour les sites contaminés (basés sur les critères génériques et le concept du risque) avec les impacts associés à un mode de gestion nouveau basé sur la réutilisation des fractions légèrement contaminées.

La réutilisation des sols faiblement pollués devrait améliorer le bilan environnemental en réduisant la demande envers des sols propres acquis des banlieues montréalaises et en limitant les quantités enfouies. Les points clés à considérer pour une gestion durable des sites contaminés seront également présentés.

<sup>1</sup>Chaire industrielle CRSNG en assainissement et gestion des sites de l'École Polytechnique de Montréal

**M.O. Fouchécourt et J.P. Trépanier<sup>1</sup>**

SOLS CONTAMINÉS : LES VALEURS LIMITES RÉGLEMENTAIRES SONT-ELLES SÉCURITAIRES?

Actuellement au Québec, la réutilisation de sols contaminés est sujette au respect des critères tels que définis dans *le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* entré en vigueur en mars 2003. Cependant, lorsque un ou plusieurs de ces critères sont dépassés, il est possible de recourir à l'analyse de risques pour la santé humaine et pour l'environnement, laquelle conduit généralement à des mesures de mitigation (excavation de 1 ou 2 mètres de sol et remplacement par du sol « propre »). Cette alternative mène à penser que le respect des critères offre une protection adéquate pour la santé et l'environnement. Cependant, l'évaluation des critères actuellement en application par une analyse de risques pour la protection de la santé humaine et de l'environnement indique que plusieurs d'entre eux correspondent à des niveaux de risques supérieurs à ceux considérés comme négligeables. L'objet de cette présentation est de porter à l'attention le fait que le respect des critères actuels n'est pas toujours garant de la protection de la santé ou de l'environnement, et que la révision des critères sur la base des résultats d'analyse de risques est souhaitable afin d'harmoniser les deux approches.

**P. Walsh<sup>1</sup>**

LES CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'AIR DU MENV : DÉTERMINATION ET APPLICATION

Le ministère de l'Environnement du Québec a publié en 2002 des critères de qualité de l'air pour 115 substances. Ces critères sont utilisés pour évaluer les impacts sur la qualité de l'air des projets soumis pour autorisation au MENV dans le cadre de l'application de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement, de la Procédure d'évaluation des impacts sur l'environnement, du Programme de réduction des rejets industriels ou autres. Les critères sont basés en grande partie sur les RfC et sur les valeurs de risque unitaire du U.S. EPA. On utilise aussi les RfD lorsque l'extrapolation entre voies d'exposition est possible. Les seuils de détection olfactive sont également intégrés à la détermination des critères. Une procédure a été retenue pour tenir compte des apports par d'autres voies d'exposition que l'air. Les critères sont établis à une concentration correspondant à un risque nul ou négligeable, soit sous les seuils d'effets ou à la probabilité d'effets de  $1 \times 10^{-6}$  pour les substances cancérigènes. Des critères provisoires de gestion sont déterminés lorsqu'une situation récurrente et généralisée fait en sorte qu'il n'est pas possible d'exiger le respect des critères : les particules en suspension en sont un bon exemple. Le critère sur les dioxines et furanes a fait l'objet d'une révision pour la publication de 2002 : il a été abaissé à une moyenne annuelle de  $0,06 \text{ pg/m}^3$  (FET).

<sup>1</sup> Sanexen Services Environnementaux Inc., Varennes (Québec)

<sup>1</sup> Ministère de l'Environnement du Québec  
Direction du suivi de l'état de l'environnement,  
675, René-Lévesque Est, Québec (Québec) G1R 5V7  
pierre.walsh@menv.gouv.qc.ca

**R. Laridi<sup>1,2</sup>, J.C. Auclair<sup>1</sup> et H. Benmoussa<sup>2</sup>**

ENLÈVEMENT DE NUTRIMENTS (P&N) DU LISIER DE PORC PAR PRÉCIPITATION CONTRÔLÉE DE LA STRUVITE.

D'une part, le lisier de porc est généralement très concentré en phosphore et en azote, contribuant à l'eutrophisation du milieu aquatique. Les traitements primaire et secondaire ne permettent pas d'enlever une quantité importante de phosphore pour répondre aux normes de rejet qui sont  $<1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

D'autre part, lors du traitement des effluents chargés en phosphore et en azote, les conditions deviennent favorables à la précipitation de la struvite  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sur les tuyaux et pompes des procédés de traitement. Cette précipitation occasionne d'énormes coûts.

Nous avons développé un procédé pour récupérer la struvite du lisier de porc, minimisant ainsi les apports en orthophosphates et en ammonium aux eaux de ruissellement.

Des essais au laboratoire ont permis de déterminer les conditions optimales de précipitation de la struvite dans cet effluent. La struvite a été précipité après ajustement du pH à  $\sim 8.5$  par du NaOH, avec un temps de réaction de 30 min, permettant l'enlèvement de 98 % des P- $\text{PO}_4$  et de 17 % de N- $\text{NH}_4^+$ . La précipitation n'a pas nécessité l'ajout de magnésium. L'aération du lisier pour dégager le  $\text{CO}_2$  et augmenter le pH sans ajout de NaOH n'a pas été fructueuse. La seule phase cristalline détectée par diffraction aux rayons X était la struvite.

Les travaux à l'échelle pilote ont permis la conception d'un réacteur agité enlevant ainsi 98.7 % des P- $\text{PO}_4$  et 15.6 % de N- $\text{NH}_4^+$ . Le temps de réaction en mode batch a été de 30 min, alors qu'il a été prolongé à 60 min en mode continu pour permettre une meilleure décantation de la struvite au fond du réacteur. La struvite obtenue sera vendue aux industries impliquées dans la fabrication des fertilisants.

**A. Pilon<sup>1</sup>**

LA BIOTECHNOLOGIE ENVIRONNEMENTALE ET LES BESOINS EN PROCÉDÉS ET TECHNOLOGIES DURABLES

Une tendance très lourde en Europe et en Amérique du Nord se dessine depuis 4-5 ans afin de développer des procédés industriels moins polluants et durables à base de biotechnologie. Les éléments de base de ces systèmes seront les enzymes et les bactéries. L'IRB a participé aux travaux de l'OCDE depuis 1998 et les possibilités sont très intéressantes. Les marchés des bioprocédés industriels durables sont évalués à des dizaines de milliards de dollars d'ici 10-15 ans. Ces nouveaux bioprocédés permettront entre autres de développer des sources énergétiques renouvelables (éthanol, bio-hydrogène) et de nouveaux bioproduits à partir de biomasse et de matières résiduelles.

Ces procédés permettent de diminuer la consommation d'énergie, d'eau, des matières toxiques et de réduire les gaz à effets de serre; plusieurs études de cas sont disponibles pour le démontrer. De plus au fil des années nous avons développé, grâce à la biotech environnementale, une foule d'outils de biologie moléculaire, qui nous ont permis de caractériser les communautés microbiennes des sols, des sédiments, de l'arctique à l'antarctique et d'est en ouest.

Ces outils nous permettent entre autres de différencier les OGM des organismes naturels, d'où une meilleure base de décision lors de l'introduction de nouveaux produits. Ces outils permettent également de connaître la signature génétique de la biodiversité microbienne avant que le milieu ne se dégrade; nos travaux dans le Grand Nord est très révélateur à cet effet. Ces outils, couplés à la génomique nous permettent de mesurer les modifications de nos écosystèmes, responsables des cycles du carbone et de l'azote et de mesurer leur capacité à maintenir ces fonctions.

Sans compter le développement d'outils permettant de caractériser les nouveaux produits et les procédés entrant dans la chaîne alimentaire et les écosystèmes. Nous pouvons développer une meilleure approche afin de mieux gérer les futurs procédés et assurer notre développement durable.

Les besoins de formation en biologie moléculaire, en microbiologie, en enzymologie, en bio-ingénierie, en nanotechnologie, en contrôle de procédés, de même qu'en analyse et en contrôle des procédés seront désormais requis par l'industrie.

<sup>1</sup> INRS-Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, C.P. 7500, Sainte-Foy, Québec, G1V 4C7, Canada

<sup>2</sup> CRIQ, 333, Franquet Sainte-Foy, Québec, G1P 4C7 Canada

<sup>1</sup>IRB

**N. Boucher<sup>1</sup>, M.E. Rouette<sup>1</sup>, N. Déziel<sup>2</sup>, L. Lorrain<sup>1</sup>, E. Perron<sup>1</sup>, F. Bellemare<sup>1</sup> et L. Tessier<sup>3</sup>**

LUMINOTOX : UN OUTIL RAPIDE POUR LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES EFFLUENTS INDUSTRIELS, MUNICIPAUX ET AGRICOLES

Plusieurs polluants retrouvés dans l'eau vont inhiber la chaîne photosynthétique de transport d'électrons. Les complexes enzymatiques (CEP) responsables de cette activité deviennent alors des biocapteurs efficaces pour l'évaluation du potentiel toxique des échantillons d'eau. Dans cette perspective, Lab\_Bell a développé un test rapide de dépistage de la toxicité d'effluents industriels, municipaux et agricoles et. En plus des CEP (50 mesures par bouteille), ce test comprend un appareil de fluorescence mesurant le rendement quantique des CEP. La présence de molécules toxiques perturbant le transport d'électrons sera traduite par une inhibition du rendement quantique.

Avant de vérifier son applicabilité dans le domaine municipal, industriel et agricole, nous avons vérifié les effets de plusieurs paramètres physico-chimiques sur le LuminoTox afin d'établir les limites du test et des traitements à effectuer sur les échantillons.

Le LuminoTox a servi par la suite à mesurer en 15 minutes la toxicité des effluents industriels (pâtes et papiers, mines), municipaux (eaux usées), des sites d'enfouissement sanitaire (lixiviats) et agricoles (rivières). Les  $CI_{20}$  et  $CI_{50}$  ont été établies pour tous ces effluents. Le test a également démontré sa capacité à évaluer l'efficacité des différents procédés de traitement (étangs aérés, réacteur biologique séquentiel, boues activées,) car aucun des traitements n'a permis de déterminer une  $CI_{50}$ . Nous avons même testé la stabilité des traitements dans le temps en incubant les effluents jusqu'à 60 minutes avec les CEP.

Les résultats démontrent que le LuminoTox est un outil rapide, sensible et efficace pour le suivi, la surveillance et la gestion environnementale des effluents industriels, municipaux et agricoles.

**C. Bastien, A. Pâquet, R. Lemire et R. Cardin<sup>1</sup>**

DÉVELOPPEMENT D'UN SOL ARTIFICIEL POUR LES TESTS DE TOXICITÉ

Le sol OCDE (70% sable grade 70, 20 % argile kaolin, 10 % mousse de tourbe, pH  $6.0 \pm 0,5$ ) est largement utilisé dans les essais de toxicité terrestre et est préconisé dans la majorité des protocoles analytiques. Toutefois, ce sol manque de représentativité et son profil granulométrique est imprécis. Dans le but d'améliorer sa représentativité et de faciliter l'interprétation des résultats de toxicité, un nouveau sol artificiel a été mis à l'essai et a été adopté dans notre laboratoire. Il s'agit d'un loam sableux (70 % sable 106-250  $\mu\text{m}$ , 22 % limon 20-75  $\mu\text{m}$ , 5 % argile kaolin, 3 % terre noire) ayant un pH de  $6.0 \pm 0.3$  et une capacité de rétention en eau de 40 %. Il est relativement meuble, présente une compaction moyenne et un bon drainage. Des essais comparatifs avec le sol OCDE ont démontré que la croissance (longueur tiges et racines, poids humide et poids sec) de l'orge (*Hordeum vulgare*) est équivalente pour les deux sols. Le succès de germination est également équivalent pour le radis (*Raphanus sativus*) et le cresson (*Lepidium sativum*) et la survie du ver de terre (*Eisenia andrei*) a été de 100 % après 14 j dans les deux sols et de 100 % dans le nouveau sol après 56 j. Des essais avec le chlorure de cadmium ont démontré une sensibilité accrue pour la croissance avec l'orge pour le nouveau sol ( $CI_{50}$  7j mg/Kg Cd longueur tige 181, longueur racine 153, poids humide 185, poids sec 196 ) relativement au sol OCDE ( $CI_{50}$  7j mg/Kg Cd longueur tige 462, longueur racine 355, poids humide 470, poids sec 456). De même, un essai avec l'acide borique pour le test de létalité avec le ver de terre a démontré une plus grande sensibilité du nouveau sol ( $CL_{50}$  7j mg/Kg  $H_3BO_3$  2449) relativement au sol OCDE ( $CL_{50}$  7j mg/Kg  $H_3BO_3$  3508).

<sup>1</sup>. Lab\_Bell inc., Shawinigan

<sup>2</sup>. CNETE, Collège Shawinigan, Shawinigan

<sup>3</sup> Département de biologie et biotechnologies, Collège Shawinigan, Shawinigan

<sup>1,2,3</sup> 2263, avenue du Collège, Shawinigan, Québec

<sup>1</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère de l'Environnement du Québec, Canada.

**G. Côté<sup>1</sup>, R. Chassé<sup>1</sup>, C. Bastien<sup>1</sup>, L. Deschênes<sup>2</sup>  
et M. Giroux<sup>3</sup>**

DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA MOBILITÉ ET DE LA BIODISPONIBILITÉ DES ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES (ETM) DANS UN SOL : COMPARAISON DE DIFFÉRENTS TESTS DE TOXICITÉ EN LABORATOIRE

Le développement de nouvelles connaissances sur la mobilité et la biodisponibilité des éléments traces métalliques (ETM) a des conséquences directes sur la gestion des terrains contaminés ou encore sur la valorisation des matières résiduelles. L'objectif du projet est de développer et valider une méthode d'évaluation de la mobilité et de la biodisponibilité des ETM dans un sol. Trois approches sont abordées lors de la première phase de ce projet. La première consiste à la mise au point d'une mesure chimique de la mobilité des ETM basée sur la comparaison de différents protocoles d'analyses documentés. Les deux autres approches abordent la mesure de la biodisponibilité des ETM selon différents niveaux trophiques et différentes voies d'exposition. Nous présentons ici les résultats des travaux portant sur la mesure de la biodisponibilité des ETM à l'aide de tests de toxicité en laboratoire. Les tests ont porté sur la toxicité du cuivre dans trois différentes classes texturales de sol (i.e., un loam sableux, un loam et une argile limoneuse). Ainsi, la sensibilité du test de reproduction du ver de terre (*Eisenia andrei*), réalisé sur 56 jours, a été comparée avec la réponse d'évitement de ce même organisme ainsi qu'avec sa capacité de survie. De même, la sensibilité relative des paramètres de mesure associés au test de germination et de croissance de l'orge (*Hordeum vulgare*) a aussi été étudiée. Finalement, de la même façon que pour le ver de terre, la réponse toxicologique associée au test de reproduction sur 10 et 21 jours de la daphnie (*Daphnia magna*) a été mise en relation avec la réponse du test de létalité et de mobilité chez cette même espèce suite à l'exposition au lixiviat des deux sols. Les résultats des tests de toxicité seront mis en relation avec les différentes mesures de la mobilité des ETM (i.e., méthodes chimiques) dans la phase suivante du projet pour une meilleure interprétation des réponses toxicologiques.

<sup>1</sup>Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (MENV)

<sup>2</sup>Chaire Industrielle CRSNG en assainissement et en gestion des sites (EPM)

<sup>3</sup>Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

**V. Becaert<sup>1</sup>, B. Volat<sup>2</sup>, L. Deschênes<sup>1</sup> et B. Montuelle<sup>2</sup>**

ÉVALUATION DE LA STABILITÉ FONCTIONNELLE DE LA MICROFLORE DE SOLS SUITE À UNE PERTURBATION THERMIQUE

Les communautés microbiennes des sols assurent l'essentiel des processus biochimiques de transformations de la matière organique et des nutriments et contribuent fortement à la fertilité des sols. Toute perturbation de ces communautés est susceptible d'avoir indirectement des répercussions sur la couverture végétale des sols. Il est donc important de disposer d'outils d'évaluation de la santé (ou de l'état) des écosystèmes terrestres qui soient basés sur les communautés microbiennes et leurs fonctionnalités. De très nombreuses perturbations physiques et chimiques sont susceptibles de modifier la dynamique des communautés microbiennes des sols et, dans des environnements anthropisés, se pose fréquemment la question de l'effet d'accumulation de perturbations (nature, fréquence, intensité, durée) : un sol «sain» est-il plus résistant qu'un sol contaminé à une perturbation secondaire ? Y a-t-il la fragilisation progressive des communautés microbiennes ? Des essais en laboratoire ont été réalisés sur un sol de jardin, préalablement contaminé en 2,4-D (100mg/kg) ou non contaminé, puis soumis à une perturbation thermique (dessiccation à 60 °C). Un suivi des capacités de respiration, dénitrification et nitrification ainsi que de la densité microbienne a été fait sur 10 jours et permet de caractériser la dynamique de ces processus majeurs pour la fertilité des sols. La respiration ne permet de mettre en évidence qu'un effet immédiat du choc thermique : la microflore hétérotrophe aérobie récupère très vite et cette capacité respiratoire retrouve rapidement un niveau d'activité équivalent au témoin. À l'opposé, la dénitrification et la nitritation sont de meilleurs indicateurs d'effet. Ils indiquent un effet persistant sur les 10 jours de l'essai. Ils permettent également une discrimination des effets liés au 2,4-D de ceux liés à la dessiccation, ainsi que la mise en évidence d'une synergie d'effet. La résilience des communautés microbiennes dénitrifiantes est plus importante que celle des communautés nitrifiantes, dont l'activité reste presque totalement inhibée suite à la dessiccation. Ceci s'explique par le taux de croissance très lent des bactéries nitrifiantes qui nécessitent un temps de récupération plus long que les bactéries dénitrifiantes (hétérotrophes à taux de croissance rapide). Enfin, la densité bactérienne permet également la discrimination des effets spécifiques de chaque perturbation. Au final, les communautés microbiennes fonctionnelles des sols répondent différemment à des stress et l'établissement d'outils pertinents d'évaluation de la santé des sols doit impérativement prendre en compte ces spécificités fonctionnelles.

<sup>1</sup>Ecole Polytechnique de Montréal

<sup>2</sup>Cemagref, 3 quai Chauveau, CP 220, 69366 Lyon, Cedex 09, France

**S. Dobran<sup>1</sup>, G.J. Zagury<sup>\*1,2</sup> et L. Deschênes<sup>1</sup>**

INFLUENCE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE SUR LA SPÉCIATION DE  
L'ARSENIC DANS DES SOLS SYNTHÉTIQUES CONTAMINÉS PAR  
L'ARSÉNIATE DE CUIVRE CHROMATÉ (CCA)

L'utilisation de l'arséniate de cuivre chromaté (CCA) comme agent de préservation du bois représente une source potentielle de contamination ponctuelle des sols, principalement par l'arsenic (As). Étant donné que la toxicité et la mobilité de l'As dans le sol sont étroitement liées à sa forme chimique, la connaissance de la spéciation de l'As est essentielle. De plus, l'identification des facteurs influençant la formation de l'As(III) (plus toxique et plus mobile) et des espèces d'As méthylées (MMAA et DMAA) (moins toxiques), est importante afin de prévoir le devenir et la toxicité de l'As dans les sols. Bien qu'en général, la forme prédominante de l'As dans les sols aérobies soit l'As(V), des travaux récents ont suggéré que la matière organique (MO) était susceptible d'entraîner une réduction de l'As(V) à l'As(III).

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'influence de la teneur en MO d'un sol contaminé par du CCA sur la réduction de l'As(V) en As(III) et sur la formation des espèces d'As méthylées (MMAA et DMAA) en conditions aérobies. Quatre sols synthétiques (mélange de kaolinite, limon, sable et matière organique) avec des teneurs en MO allant de 0,5 à 15 % ont été contaminés à un pH autour de 6,6 avec une même concentration d'As(V) au moyen d'une solution commerciale de CCA. Certains sols ont été inoculés avec une microflore provenant d'un sol échantillonné à la base d'un poteau de bois traité et des essais en macrocosmes ont été menés en condition non saturées pendant 40 jours. Les résultats des essais en macrocosmes ont montré que l'augmentation de la teneur en matière organique du sol entraînait une réduction de l'As(V) en As(III) dans la phase solide. En revanche, la teneur en MO n'a pas influencé la réduction de l'As(V) à l'As(III) ni la méthylation de l'As dans la fraction soluble. La teneur en carbone organique dissous (COD) s'est avérée être un facteur important dans la solubilisation de l'As(V), mais surtout de l'As(III) dans le sol. De plus, la teneur en matière organique était un facteur qui influençait la stabilité de l'As total soluble dans les sols.

<sup>1</sup>Chaire industrielle CRSNG en assainissement et gestion des sites, Département de génie chimique, École Polytechnique de Montréal, Montréal, Québec, Canada.

<sup>2</sup>Département des génies Civil, Géologique et des Mines, École Polytechnique de Montréal, Montréal, Québec, Canada.

**C. Pichette<sup>1</sup> et S.Sauvé<sup>1</sup>**

CONCENTRATIONS EN ÉLÉMENTS TRACES DANS DIFFÉRENTS TYPES DE COMPOSTS.

De plus en plus, le compost est utilisé en agriculture et pour les usages domestiques. Le compost a un potentiel nutritif pour une variété de plantes. Le compostage est une technique importante dans la réduction du volume des déchets solides et son application comme fertilisant sur les terres agricoles est une méthode de recyclage de divers déchets organiques. Le compost est fabriqué à l'aide de matières organiques d'origines diverses tel que le gazon, les produits agroalimentaires, les copeaux de bois, les résidus de jardin et le fumier. Cependant, ces déchets organiques utilisés pour fabriquer le compost comportent divers éléments toxiques dont les éléments traces. Cette étude vise à évaluer les teneurs en éléments traces de différents types de composts qui sont soit offerts par les municipalités et promus par différents organismes à but non lucratif, soit disponibles en vente libre.

Par ailleurs, plusieurs organismes et compagnies analysent périodiquement leurs composts afin de s'assurer qu'ils respectent les normes émises pour la qualité des composts, le Bureau de Normalisation du Québec.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse des métaux traces (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni et Zn) dans les divers composts se fait à l'aide de la spectroscopie de masse à plasma induit par couplage inductif (ICP-MS) suivant une digestion acide aqua-regia au four à micro-ondes. L'analyse du mercure est faite à partir d'échantillon séché et tamisé avec la DMA (Direct Mercury Analysis). Des blancs de digestion et des matériaux de référence certifiés ont été intégrés aux analyses.

De façon générale, les composts respectent bien les normes en application, mais il y a quelques dépassements. Entre autres, un compost a une teneur de 156±62 mg Ni kg<sup>-1</sup> et la limite du BNQ est 62 mg Ni kg<sup>-1</sup>. Également, d'autres composts ont une teneur de 140±17 mg Cu kg<sup>-1</sup> et 504±10 mg Zn kg<sup>-1</sup> ou 378±3 mg Cu kg<sup>-1</sup> et 550±12 mg Zn kg<sup>-1</sup>, alors que les limites du BNQ sont de 100 mg Cu kg<sup>-1</sup> et 500 mg Zn kg<sup>-1</sup>.

<sup>1</sup> Département de Chimie, Université de Montréal

P.B. Fayad<sup>1</sup>, M. Amyot<sup>2</sup> et S. Sauvé<sup>1</sup>

CONCENTRATIONS DE MERCURE DANS LES CARRÉS DE SABLE DE LA VILLE DE MONTRÉAL

Une méthode directe d'analyse du mercure total au niveau trace a été appliquée avec succès pour des échantillons de sable prélevés dans les carrés de sable des parcs à travers la Ville de Montréal (Québec, Canada). Vingt carrés de sable ont été échantillonnés et divisés en deux fractions, une fraction fine (< 100 µm) et une fraction entière. Les concentrations de mercure varient de 1.6 à 35 µg kg<sup>-1</sup> Hg kg<sup>-1</sup> de sol sec et de 0.7 à 6 µg kg<sup>-1</sup> Hg kg<sup>-1</sup> de sol sec pour la fraction fine et la fraction entière respectivement. Une corrélation entre la concentration de mercure et la quantité de carbone organique dans le sol (R<sup>2</sup> = 0.67) dans les carrés de sables a été établie. Le rapport des concentrations de la fraction fine et entière se situe entre 2.2 et 16.1. En utilisant les données publiées, la quantité de mercure ingérée quotidiennement par les enfants varie de 0 à 0.5 ng Hg kg<sup>-1</sup> poids corporel j<sup>-1</sup> et de 0.2 à 4.7 ng Hg kg<sup>-1</sup> poids corporel j<sup>-1</sup> pour 200 mg et 1750 mg de sol consommé respectivement. Aucun des carrés de sable ne contient suffisamment de mercure pour dépasser la norme de consommation de 0.105 µg Hg kg<sup>-1</sup> bw j<sup>-1</sup> déterminée par Santé Canada.

R. Quirion<sup>1</sup>, A. Tessier<sup>1</sup> et C. Gobeil<sup>1</sup>

MOBILITÉ DIAGÉNÉTIQUE, GÉOCHRONOLOGIE ET SOURCES DE AG DANS DES SÉDIMENTS LACUSTRES

Cette étude s'est déroulée dans deux lacs du Bouclier Canadien : le lac Vose, situé à 25 km d'une fonderie de cuivre dans la direction des vents dominants et le lac Tantaré, situé à 40 km au Nord-Ouest de la ville de Québec dans une Réserve Écologique. La source principale de Ag anthropique dans ces deux bassins versants inhabités est la déposition atmosphérique. Une carotte de sédiment obtenue au site le plus profond de chaque lac a été datée (<sup>210</sup>Pb, <sup>137</sup>Cs) et analysée pour Ag, Fe, Mn et le carbone organique. Des échantillons d'eau interstitielle ont été obtenus par dialyse *in situ* aux mêmes sites et analysés pour Ag, les sulfures, le soufre élémentaire, les ions majeurs, le carbone organique et le pH. Pour les deux lacs, les profils d'argent dissous indiquent une diffusion de Ag de l'eau interstitielle vers l'eau surnageante. Ces données ainsi que celles de densités de population d'animaux benthiques ont été introduites dans un modèle diagénétique de transport-réaction unidimensionnel qui a été résolu pour le taux de production de Ag dans l'eau interstitielle. Avec les informations obtenues, nous avons estimé que la contribution diagénétique d'argent au profil dans la phase solide est inférieure à 0.01% au lac Vose et atteint au maximum 8% au lac Tantaré, ce qui indique que les profils sédimentaires mesurés représentent fidèlement la chronologie de déposition de Ag. Les deux profils de Ag sédimentaire montrent que les concentrations de Ag augmentent à partir d'environ 1850 jusqu'à la fin des années 1970 et décroissent ensuite graduellement jusqu'à la surface des sédiments. L'inventaire d'argent dans les sédiments du lac Vose équivaut à 3 fois celui du lac Tantaré. Le profil d'argent du lac Vose est fortement corrélé avec celui du Pb émis de la fonderie, ce qui semble indiquer une source commune.

<sup>1</sup>Département de chimie, Université de Montréal

<sup>2</sup>Département de sciences biologiques, Université de Montréal

<sup>1</sup>INRS Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE),  
C.P. 7500, Ste-Foy, Québec, G1V 4C7

**A. Perron<sup>1</sup>, A. Tessier<sup>1</sup> et C. Gobeil<sup>1</sup>**

LE ZINC ET LES HAP DANS UN LAC DU BOUCLIER CANADIEN

Durant les deux dernières décennies, la pollution par les émissions atmosphériques de métaux traces et leur dispersion a reçu beaucoup d'attention en raison de la toxicité reconnue de ces polluants inorganiques estimés nuisibles tant pour l'humain que pour l'environnement. En ce qui concerne le zinc, l'évaluation du succès des mesures d'atténuation des émissions dans l'atmosphère de ce métal semble essentielle. Les sédiments lacustres sont d'excellents candidats pour évaluer les résultats de ces mesures car ils peuvent, en principe, enregistrer la chronologie de déposition des métaux traces. Cependant, l'interprétation des profils de métaux traces sédimentaires en terme de déposition historique peut être assez complexe en raison de processus chimiques (redox, précipitation, dissolution), physiques (diffusion) et biologiques (bioturbation, bioirrigation) qui contribuent à façonner les profils. Pour cette raison, des données sur l'eau interstitielle, le sédiment et le benthos sont nécessaires pour interpréter correctement les enregistrements sédimentaires de métaux. La concentration de Zn total a été mesurée dans des carottes de sédiment datées du lac Tantaré. Les profils de zinc dans les eaux interstitielles ont été obtenus par dialyse *in situ* à 7 occasions au même site. Ces données sur les eaux interstitielles et le sédiment ainsi que des informations sur les animaux benthiques ont été utilisés dans un modèle diagénétique de transport-réaction pour clarifier la mobilité du zinc dans le sédiment et déterminer les réactions régulant ses concentrations dans les eaux interstitielles.

<sup>1</sup> INRS Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE), C.P. 7500, Ste-Foy, Québec, G1V 4C7

**C. DeBlois<sup>1</sup>, F. Houde<sup>1</sup>, C. Veillette<sup>1</sup> et H. Tremblay<sup>2</sup>**

MÉTHODE ANALYTIQUE POUR LE SUIVI DES HORMONES DANS LES RIVIÈRES AU QUÉBEC (2003)

Estrone, 17  $\beta$ - estradiol, estriol, 17  $\sigma$  - ethylestradiol, testostérone, cholestérol, coprostan, coprostan-3-ol, coprostan-3-one, 4-*ter*-octylphenol, nonylphenols and bisphénol A sont des hormones, stérols et autres substances qui peuvent induire des perturbations du système endocrinien. Ces substances ont été détectées en Europe dans les eaux de surface utilisée pour le traitement de l'eau potable, dans les affluents et effluents des usines de traitement des eaux usées municipales. Nous avons adapté et développé des méthodes pour le suivi de ces substances dans les eaux de surface des rivières du Québec servant à l'alimentation des usines de traitement d'eau potable. De plus, peu d'informations sont disponibles sur l'occurrence de ces substances et leur devenir dans l'environnement. Les hormones et autres substances sont extraites à l'aide de colonne HLB et sont analysées par GC-MS. Un programme de suivi à été mis en place en 2003-2004 afin de recueillir de l'information sur la présence de ces substances dans les eaux de surface pour les périodes du printemps, été, automne 2003 et hiver 2004. En 2003-2004, 45 et 52 échantillons ont été analysés respectivement afin de mesurer la présence ou l'absence de ces composés dans les eaux de ruissellement de régions agricoles et dans les eaux de surface (ES) utilisées dans la production d'eau potable (EP). Parallèlement, les effluents de 7 usines de traitement des eaux usées municipales (EU, 33 échantillons) ont été échantillonnés pendant les mêmes périodes. La méthode de dosage en GC-MS mise au point pour ces applications permet d'obtenir des limites de détection variant de 0.5 to 4 ng/l et 1 to 10 ng/l pour les eaux de surface et les eaux usées respectivement. Le 4-*ter*-octylphenol, les nonylphenols, le bisphenol A, l'estrone, le coprostan-3-ol, le coprostan-3-one et le cholestérol ont été détectés dans ES, EP et EU. Le 17  $\beta$ - estradiol, l'estriol et le coprostan ont été détectés dans ES et EU. Le testostérone a été détecté un seul échantillon d'eau de surface.

<sup>1</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MENV, 2700 rue Einstein  
Sainte-Foy G1P 3W8

<sup>2</sup> Direction des Politiques du secteur municipal, MENV, 675 rue René-Lévesque est, Québec, G1R 5V7

**F. Houde<sup>1</sup>, N. Dassylva<sup>1</sup>, G. Gaudreau<sup>1</sup> et C. DeBlois<sup>1</sup>**

MONITORING DES PESTICIDES DE NOUVELLES GÉNÉRATION  
FLUMETSULAM, RIMSULFURON, IMAZETHAPYR ET NICOSULFURON  
DANS DES RIVIÈRES QUÉBÉCOISES (2002-2003)

Le Flumetsulam (FLU), le Rimsulfuron (RIM), l'Imazethapyr (IMA) et le Nicosulfuron (NIC) sont des herbicides introduits récemment sur le marché québécois sous les noms commerciaux tels Broadstrike, Hammer, Accent et Titus. Leur efficacité accrue permet une application à plus faible dose que les pesticides traditionnellement utilisés. Cependant, leur présence et leur destin dans l'environnement suite à leur utilisation sont peu connus. Au Québec, ils sont principalement utilisés dans la culture du maïs, une des plus importantes en terme de superficie traitée. Un programme de monitoring a donc eu lieu en 2002 et 2003 afin de vérifier si ces herbicides sont présents dans certaines rivières et le cas échéant, de connaître le niveau de contamination. En 2002 et 2003, 125 et 156 échantillons provenant de rivières coulant dans des régions de culture intensive de maïs ont été analysés. À cette fin, une méthode analytique innovatrice utilisant la LC-MS/MS a été développée. Les limites de détection sont de 0.01 µg/l pour NIC, RIM et IMA et 0.02 µg/l pour FLU. Les concentrations détectées varient de < 0.02 à 0.41 µg/l pour FLU, < 0.01 à 0.26 µg/l pour RIM, < 0.01 à 0.29 µg/l pour IMA et < 0.01 à 0.56 µg/l pour NIC.

**S. Masson<sup>1</sup>, P.G.C. Campbell<sup>1</sup>, C. Olsen<sup>2</sup>, L. Martel<sup>3</sup>, L. Hare<sup>1</sup>, B. Pinel-Alloul<sup>4</sup>, G. Méthot<sup>4</sup>, A. Hontela<sup>5</sup>, Y. Couillard<sup>6</sup>, B. Vigneault<sup>7</sup> et L. Parent<sup>8</sup>**

ÉTUDE ÉCOTOXICOLOGIQUE DES MÉTAUX TRACES EN MILIEU DE  
RIVIÈRES, ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES, TOXICOLOGIQUES ET  
BIOLOGIQUES

Au cours du dernier siècle, de nombreuses activités anthropiques ont accru la circulation de métaux traces en milieu naturel. Malgré la bonne gestion des résidus liquides, solides et gazeux des industries, de fortes concentrations de métaux se sont accumulés dans les sédiments où ils présentent une certaine menace pour la faune qui s'y nourrit ou s'y réfugie. Depuis plusieurs dizaines d'années, l'INRS-ETE s'intéresse aux différents mécanismes associés à la fois à la biodisponibilité des métaux en milieu lacustre (modèles de l'ion libre et du ligand biotique), ainsi qu'à la prise en charge des métaux par les organismes aquatiques. Peu d'études au Québec ont été réalisées pour évaluer l'impact des métaux traces en milieu lotique. Donc, le développement et la validation d'outils permettant de connaître les impacts des métaux sur la faune aquatique de rivières sont nécessaires. Notre projet s'insère dans cette optique, et avait comme objectif de développer une approche qui intègre à la fois: (1) la mesure de la spéciation des métaux dans deux rivières de l'Abitibi; (2) l'évaluation de la toxicité des métaux dans les eaux réceptrices; (3) la concentration des indicateurs biochimiques ou biomarqueurs chez des organismes exposés aux métaux et, (4) le suivi des réponses biologiques à différents niveaux d'organisation (individu, population, communauté). Outre l'industrie minière (COREM), ce projet regroupe des partenaires universitaires (INRS-ETE, UQAM, UdeM, TéléUQ) et des partenaires du gouvernement du Québec (CEAEQ) et du Canada (direction des substances existantes d'EC; LMSM-CANMET).

<sup>1</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MENV, 2700 rue Einstein, Sainte-Foy G1P 3W8

- <sup>1</sup> INRS Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)  
C.P. 7500, Ste-Foy, Québec, G1V 4C7
- <sup>2</sup> COREM, 1180, rue de la Minéralogie  
Québec, QC, G1N 1X7
- <sup>3</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec,  
MENV, 2700 rue Einstein, Sainte-Foy, Québec, G1P 3W8
- <sup>4</sup> Département des Sciences biologiques, Université de  
Montréal, C.P. 6128, Succ. Centre Ville  
Montréal, QC, H3C 3J7
- <sup>5</sup> Département des Sciences biologiques, UQAM, C.P. 8888,  
Succ. Centre Ville, Montréal, QC, H3C 3P8
- <sup>6</sup> Direction des substances existantes, Environnement Canada,  
351 Bd St-Joseph, 14<sup>e</sup> étage, Gatineau, QC, K1A 0H3
- <sup>7</sup> LMSM-CANMET, Ressources naturelles Canada, 555 Booth,  
Ottawa, Ontario, K1A 0G1 <sup>8</sup> Télé-université, 4750, avenue  
Henri-Julien, Montréal, QC, H2T 3E4.

**C. Olsen<sup>1</sup>, M. Dufour<sup>1</sup>, P. Campbell<sup>2</sup>, B. Vigneault<sup>3</sup>,  
C. Fortin<sup>2</sup> et S. Masson<sup>2</sup>**

ADAPTATION D'UNE TECHNIQUE D'ÉCHANGE IONIQUE POUR LA  
MESURE D'IONS LIBRES DANS LES EAUX RÉCEPTRICES D'EFFLUENTS  
MINIERS

Une technique d'échange ionique (TEI) permettant de mesurer des concentrations traces des formes cationiques du zinc, du cadmium et du nickel dans les eaux naturelles a été modifiée afin d'éviter l'ajout d'électrolytes. La résine sulfonée échangeuse d'ion en colonne est d'abord conditionnée avec une solution de Ca dont la concentration avoisine celle de l'échantillon à doser, puis équilibrée avec l'échantillon d'eau recueilli par dialyse *in situ*. Lorsque des conditions traces sont respectées (i.e., grand excès de Ca sur la résine par rapport au métal d'intérêt), une relation simple peut être établie entre les concentrations de Ca<sup>2+</sup> en solution, de M sur la résine et de M<sup>2+</sup> en solution (où M = Zn, Cd ou Ni). En effet, les travaux réalisés démontrent que l'équilibre de la colonne est influencé principalement par le Ca et très peu par le Na, le K ou le Mg pour les gammes de concentrations étudiées, qui sont représentatives de celles généralement observées dans les rivières du Québec et dans les effluents miniers. Des courbes d'étalonnage de la TEI en fonction du calcium pour des teneurs variant entre 0,15 et 24 mM seront présentés et la fiabilité de ce système sera discutée. Entre-autres, la répétabilité de la TEI se situe entre 84 et 93% relatif pour les trois métaux d'intérêt. Enfin, la TEI telle qu'adaptée dans ce projet possède des limites de détection se situant respectivement dans les gammes 0,6-9 nM, 0,006-0,1 nM et 0,1-40 nM pour le Zn<sup>2+</sup>, le Cd<sup>2+</sup> et le Ni<sup>2+</sup> pour des teneurs de Ca<sup>2+</sup> variant entre 0,09-2 mM.

**S. Cooper<sup>1</sup>, P.G.C. Campbell<sup>1</sup> et L. Hare<sup>1</sup>**

INFLUENCE DE LA VENTILATION BRANCHIALE SUR  
L'ACCUMULATION DU CADMIUM DISSOUS CHEZ LE BIVALVE D'EAU  
DOUCE PYGANODON GRANDIS.

*Pyganodon grandis*, un bivalve retrouvé dans plusieurs lacs et rivières sur le Bouclier canadien, a été identifié comme organisme sentinelle potentiel pour suivre la contamination métallique du milieu aquatique. Afin d'examiner l'influence de la ventilation branchiale de ces bivalves sur leur prise en charge du cadmium (Cd), des spécimens adultes de *P. grandis* ont été prélevés d'un lac non-contaminé de la région minière de Rouyn-Noranda. Les bivalves ont été transportés au laboratoire et maintenus en aquarium à 15°C. Après une période d'acclimatation, les débits ventilatoires (mL / g poids humide / h) ont été estimés pour 10 bivalves à partir de la vitesse de disparition de cellules algales introduites dans leurs enceintes expérimentales. Les débits ventilatoires ont varié entre les individus (< 2 à ~ 60 mL/g/h; moyenne = 26 ± 13 mL/g/h) et, pour un bivalve donné, de jour en jour. Pour mesurer l'influence des débits ventilatoires sur l'accumulation du Cd<sup>2+</sup>, les bivalves ont été exposés à une gamme de concentrations en <sup>109</sup>Cd<sup>2+</sup>; ces animaux ont été nourris avec des algues non-contaminés. Après 72 h d'exposition, ~ 50% du Cd était présent dans les branchies des bivalves. De plus, il y avait une corrélation entre la [Cd]-branchiale et les débits ventilatoires. Ces résultats suggèrent que la physiologie respiratoire de ces animaux puisse jouer un rôle important dans l'accumulation des métaux dissous. Ce projet est financé par COREM et le CRSNG (programme de partenariats université-industrie).

<sup>1</sup> COREM, 1180, rue de la Minéralogie  
Québec, QC, G1N 1X7

<sup>2</sup> INRS-ETE, C.P. 7500, Sainte-Foy, QC, G1V 4C7

<sup>3</sup> Ressources naturelles Canada  
555 rue Booth, Ottawa, ON, K1A 0G1

<sup>1</sup> INRS Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE), C.P. 7500,  
Ste-Foy, Québec, G1V 4C7

**S. Masson<sup>1</sup>, P.G.C. Campbell<sup>1</sup>, L. Hare<sup>1</sup>, C. Olsen<sup>2</sup>,  
L. Martel<sup>3</sup>, B. Pinel-Alloul<sup>4</sup>, G. Méthot<sup>4</sup> et A. Hontela<sup>5</sup>**  
INFLUENCE DES MÉTAUX TRACES SUR LA STRUCTURE DE  
COMMUNAUTÉS BENTHIQUES DE DEUX RIVIÈRES DU NORD DU  
QUÉBEC

La présence de métaux traces dans les cours d'eau peut influencer la structure des communautés benthiques. Cependant, cet influence n'est pas aisément identifiable en raison de la présence d'autres facteurs confondants d'ordres biologiques, chimiques et physiques. Le but de notre étude était de déterminer si la présence de métaux issus de l'activité minière avait une influence sur la structure des communautés benthiques de deux rivières du nord du Québec. La rivière Colombière, située près de Val d'Or, et la rivière Allard localisée à Matagami, ont été échantillonnées deux fois pendant l'été 2002. Les variables limnologiques conventionnelles (ex. : pH, conductivité, ions majeurs), ainsi que les concentrations de métaux traces ont été mesurées dans l'eau et les sédiments à 15 stations. À chacun des sites, 8 répliqués de benthos ont été récoltés à l'aide d'une benne Ekman. Les échantillons étaient tamisés puis triés in-situ. Les organismes benthiques ont été identifiés si possible au plus bas niveau taxonomique. Les deux rivières ont été traitées séparément puisqu'elles présentaient de fortes différences dans leurs caractéristiques morphométriques et physico-chimiques. Des analyses multivariées ont été utilisées pour identifier les facteurs (physico-chimiques et toxicologiques) pouvant influencer les descripteurs de la communauté benthique (présence et densité des espèces, densité des grands groupes ou leur contribution relative, etc.) ainsi que les indices synthétiques de communautés (richesse en espèce indice EPT, etc.). Les résultats indiquent que la présence de métaux dans l'eau ou les sédiments peut influencer fortement la structure des communautés d'invertébrés et de façon plus importante que la physico-chimie des eaux. Cependant, ces résultats peuvent différer suivant le type de descripteurs de communautés étudiés.

**C. A. Menzie<sup>1</sup>**  
USING THE WEIGHT-OF-EVIDENCE APPROACH TO GUIDE SEDIMENT  
MANAGEMENT DECISIONS

The Weight-of-Evidence approach has been applied to a variety of freshwater and marine sites where sediments are contaminated. This paper shares the lessons learned from these applications. In particular, it illustrates how the risk outcomes were translated into specific management actions. Three cases are described in detail: lead in a freshwater lake, cadmium in a freshwater lake, and oil ash residues in a salt marsh. The paper identifies the factors that appeared to influence decisions at these and at other sites where weight-of-evidence has been used for assessment.

<sup>1</sup> INRS Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE), C.P. 7500, Ste-Foy, Québec, G1V 4C7  
<sup>2</sup> COREM, 1180, rue de la Minéralogie Québec, QC, G1N 1X7  
<sup>3</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MENV, 2700 rue Einstein, Sainte-Foy, Québec, G1P 3W8  
<sup>4</sup> Département des Sciences biologiques, Université de Montréal, C.P. 6128, Succ. Centre Ville Montréal, QC, H3C 3J7  
<sup>5</sup> Département des Sciences biologiques, UQAM, C.P. 8888, Succ. Centre Ville, Montréal, QC, H3C 3P8.

<sup>1</sup> Menzie-Cura & Associates, Inc., 2 West Lane, Severna Park, MD 21146

**B. Montuelle<sup>1</sup>, B. Volat<sup>1</sup> et C. Durrieu<sup>2</sup>**

IMPACT DES EAUX D'ÉGOUTTAGE DE SÉDIMENTS CONTAMINÉS SUR  
DES MICROORGANISMES AQUATIQUES :  
ÉVALUATION CONTRADICTOIRE DE LA TOXICITÉ DES SÉDIMENTS

Les sédiments de cours d'eau ou de canaux font l'objet d'opérations de dragage lorsqu'ils augmentent le risque d'inondation ou limitent la navigation. Fréquemment contaminés dans les zones urbanisées, les matériaux collectés peuvent alors être mis en dépôts : décharge contrôlée, comblement de gravières et mise en dépôt sur sol. Dans ce dernier cas, les eaux d'infiltration ou de ruissellement issues des dépôts peuvent entraîner des effets sur les écosystèmes aquatiques adjacents suite à la remobilisation et à la dispersion des polluants sédimentaires.

L'objectif de ce travail était d'évaluer les effets de ces eaux d'égouttage sur des microorganismes aquatiques, soit par des bioessais standardisés et normalisés (MetPlate®, croissance en 72h de *Pseudo-kirchneriella subcapitata*) soit par des approches fonctionnelles utilisant des communautés microbiennes naturelles d'un sédiment de référence, dans le cadre d'essais et d'exposition de courte durée aux eaux d'égouttage (mesures d'activités enzymatiques extracellulaires, respiration, nitrification et dénitrification, phosphatase et croissance algale,...). L'ensemble de ces paramètres décrit le potentiel métabolique (aussi bien sur le plan hydrolytique et dégradatif que sur celui de labiosynthèse) des microorganismes et donc leur capacité à contribuer aux grands cycles biochimiques (C, N, P).

5 sédiments et 5 eaux d'égouttage (EE) ont été analysés (nutriments et MO, micropolluants métalliques et organiques) et testés.

Les résultats ont montré une grande diversité de réponse selon les bioessais : inhibition, stimulation ou indifférence. La glucosidase et le test Metplate® sont les plus sensibles aux eaux testées, leur inhibition reste faible. À l'inverse, la croissance de l'algue *P. subcapitata* est stimulée dans des proportions variables selon les concentrations d'EE testées alors que son activité phosphatase reste peu modifiée. La complexité chimique de ces eaux riches en éléments nutritifs explique probablement la variabilité des réponses malgré une forte charge en micropolluants (antagonismes d'action, toxicité masquée par une stimulation de croissance ou d'activité).

<sup>1</sup> Cemagref, Lab. EMHA, 3 Quai Chauveau CP 220, 69336 Lyon cedex 09, France

<sup>2</sup> ENTPE, Lab. LSE, rue Maurice Audin, 69518, Vaulx en Velin, France

**B. Montuelle<sup>1</sup>, V. Gouy<sup>1</sup>, M.C. Roger<sup>1</sup>, C. Margoum<sup>1</sup>,  
M. Besson<sup>2</sup>, C. Guillard<sup>3</sup>, J.M. Chovelon<sup>3</sup>, A. Devaux<sup>4</sup>,  
C. Durrieu<sup>4</sup>, C. Tran Minh<sup>5</sup>, C. Gillet<sup>6</sup>, C. Leboulanger<sup>6</sup>,  
R. Faure<sup>7</sup>, B. Herbreteau<sup>7</sup>, P. Marot<sup>7</sup> et A. Clemens<sup>8</sup>**

EVALUATION DE GAINS BIOLOGIQUES ET ÉCOLOGIQUES ASSOCIÉS À  
UNE RÉDUCTION D'INTRANTS POLLUANTS EN MILIEU AQUATIQUE :  
UN PROGRAMME DE RECHERCHE PLURIDISCIPLINAIRE

Les zones rurales à vocation viticole peuvent générer des flux polluants associés, en particulier, aux pratiques agricoles et aux produits de traitement phytosanitaires (herbicides, insecticides, fongicides). Ceux-ci peuvent entraîner des changements assez mal appréhendés de la qualité écologique des milieux aquatiques récepteurs. La zone du Beaujolais (France), est particulièrement concernée par cette problématique liée aux transferts de phytosanitaires vers les cours d'eau, qui, globalement, peuvent provoquer une dégradation écologique des zones aval et donc une perte de leur valeur touristique et patrimoniale.

Le présent programme (2003 – 2005), se situe dans le cadre des objectifs définis par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, traitant de l'amélioration de l'état écologique des masses d'eau. Il a pour but d'évaluer les bénéfices écologiques et biologiques espérés dans un milieu aquatique, à la suite d'opérations de réduction des intrants polluants. En s'appuyant sur un site d'étude de terrain (cours d'eau d'ordre 1, typique de la région) plusieurs opérations de recherche, *in situ* et *in vitro*, associeront systématiquement des approches de chimie, de biologie, d'écotoxicologie sur le terrain ou en laboratoire et seront organisés en interaction en s'appuyant sur un large panel d'outils et de chimio- et bio-indicateurs. Ces opérations s'organisent selon 2 axes : - Relations entre pression chimique et état écologique en différents points du cours d'eau : caractérisation des polluants (nutriments, métaux et organiques, dans l'eau et les sédiments), dynamique des communautés d'invertébrés, des microorganismes du périphyton (diversité fonctionnelle et génétique des bactéries et microalgues), diversité des Diatomées, en traitant des questions de résistance et de résilience des communautés. Des tests de génotoxicité sur embryons de truites seront également réalisés. - Traitement et réduction des polluants phytosanitaires par des techniques physicochimiques (photodégradation, photocatalyse, oxydation catalytique voie humide) et biologiques (dégradation par consortium bactérien) et évaluation de gains biologiques associés à ces traitements (test Microtox, microcapteur enzymatique). Cette communication présentera la mise en place de ce programme.

<sup>1</sup> Cemagref, 3 quai Chauveau, CP 220, 69366 Lyon, Cedex 09, France

<sup>2</sup> CNRS-IRC, 2 Avenue A. Einstein, 69626 Villeurbanne, France

<sup>3</sup> CNRS-LACE, 43 Bd du Novembre 1918, 69622 Villeurbanne,

<sup>4</sup> ENTPE -LSE, Rue Maurice Audin, 69518 Vaulx en Velin,

<sup>5</sup> ENSME, Centre SPIN/PC2M, 158 Cours Fauriel, 42023 St Etienne, Cedex 2, France

<sup>6</sup> INRA Thonon, UMR CARRTEL, BP 511, 74203 Thonon les Bains, Cedex, France

<sup>7</sup> Université Lyon I, UMR Chimie Analytique, 43 Bd du Novembre 1918, Batiment J. Raulin, 69622 Villeurbanne Cedex, France

<sup>8</sup> ZABR, Campus de la Doua, 66 bd Niels Bohr, BP 2132, 69603 Villeurbanne Cedex, France

**M. Camiré<sup>1</sup>, P.A. Spear<sup>1</sup>, N. Dassylva<sup>2</sup>, C. DeBlois<sup>2</sup>  
et A. Hontela<sup>1,3</sup>**

EFFETS DE L'EXPOSITION CHRONIQUE À LA POLLUTION AGRICOLE  
(EN MILIEU NATUREL) CHEZ LE POISSON

Plusieurs pesticides et autres composés utilisés à des fins agricoles contaminent les eaux de surface. Bien que tous les effets d'une exposition chronique à de tels contaminants sur les poissons ne soient pas connus, on sait que plusieurs pesticides sont modulateurs endocriniens. Cette étude vise à connaître les effets de cette contamination chez les poissons, selon un gradient en pesticides en milieu naturel et contrôlé à l'aide d'une série de biomarqueurs. Des perchaudes (*Perca flavescens*) ont été capturées en juin 2003 et en octobre 2003 sur la rivière Yamaska qui draine une région agricole au Québec. Tandis que les résultats d'octobre sont en cours d'analyse, les principaux résultats de juin 2003 montrent que suivant un stress de capture, le cortisol plasmatique (hormone de stress) est significativement plus faible chez les perchaudes provenant d'un site contaminé en pesticides (rivière Yamaska) que chez celles d'un site éloigné des activités agricoles (lac Brome). De plus, ces perchaudes ont un taux de glycogène hépatique plus élevé, un indice hépatosomatique plus élevé et une baisse du glucose plasmatique. Ces résultats suggèrent qu'une exposition chronique aux polluants agricoles affecte la réponse cortisolique liée au stress avec des conséquences possible sur le métabolisme énergétique. Un bioessai d'exposition des cellules interrénales de truite arc-en-ciel (*Onchorynchus mykiss*) au métolachlore a été effectué et a montré que le métolachlore, herbicide retrouvé dans la rivière Yamaska, avait un potentiel de modulateur endocrinien. Pour compléter ces études, une exposition chronique des truites arc-en-ciel au métolachlore est en cours et permettra de connaître les effets de cet herbicide chez les poissons.

<sup>1</sup>Centre de recherche TOXEN, Université du Québec à Montréal, Montreal, Québec H3C 3P8

<sup>2</sup>Centre d'Expertise en analyse environnementale du Québec, MENV, Sainte-Foy, Québec G1N 3Y7

<sup>3</sup>Dept. Biology, University of Lethbridge, Lethbridge, Alberta T1K 3M4.

**C.M. Couillard, M. Lebeuf et R.L.Roy<sup>1</sup> et C. DeBlois<sup>2</sup>,**

CONCENTRATION DE PESTICIDES DANS L'EAU TRIBUTAIRE DE  
MARAIS CÔTIERS DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT ET EFFETS  
TOXIQUES CHEZ LES POISSONS

Les marais de l'estuaire du Saint-Laurent (ESL) sont des habitats critiques pour la reproduction et la croissance de plusieurs espèces de poissons et sont potentiellement contaminés par des pesticides d'origine urbaine ou agricole. Nos objectifs étaient : (1) de mesurer les concentrations de pesticides dans l'eau tribulaire de 4 marais de l'ESL (2) d'évaluer l'état de santé et la réponse de différents biomarqueurs chez des épinoches prélevées dans ces marais et (3) d'évaluer les seuils de toxicité de différents pesticides chez des larves de poissons marins. De Mai à Septembre 2003, de l'eau a été échantillonnée hebdomadairement à chaque site. Les concentrations de pesticides étaient faibles mais plus élevées aux sites agricoles de l'Île Verte et de Trois-Pistoles qu'au site urbain de Pointe-au-Père ou au site témoin du Bic. Le pesticide le plus souvent rencontré était l'herbicide atrazine ( $\leq 200$  ng/L) et l'insecticide le plus fréquent était le diazinon ( $\leq 10$  ng/L). En Juin-Juillet 2003, des épinoches à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) ont été capturées à trois reprises aux mêmes sites. Les indices de condition, les rapports gonadosomatiques et l'activité d'acétylcholinestérase (AChE) dans le muscle ne différaient pas entre les sites. Enfin, des larves de choquemort (*Fundulus heteroclitus*) ont été exposées au diazinon pendant 96-h et ont démontré un retard de croissance à la plus faible concentration testée (124 ng/L) alors que l'inhibition de l'AChE n'était observée qu'à des concentrations  $\geq 361$  ng/L. Ces résultats préliminaires indiquent des apports faibles de pesticides vers les marais étudiés et peu d'évidence de réponse toxique chez les poissons.

<sup>1</sup> Ministère des Pêches et des Océans, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, Qc

<sup>2</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ste-Foy, Qc

**R.L. Roy, D. Maltais, C. Couillard et M. Lebeuf<sup>1</sup>**

SÉPARATION ET CARACTÉRISATION DE LA VITELLOGÉNINE DE L'ÉPINOCHÉ À TROIS ÉPINES (*GASTEROSTEUS ACULEATUS*)

As part of a project investigating effects of pesticides on fish, we isolated vitellogenin (VTG) from threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). In June - July 2003, sticklebacks were captured from a site (Pointe-au-Père) on the South shore of the St Lawrence Estuary. In the laboratory, mature females (n = 120) were anaesthetised, injected with a proteolysis inhibitor (aprotinin) and sampled for blood. Plasma was obtained by centrifugation. The protein was precipitated from plasma with MgCl<sub>2</sub> and EDTA, following modifications of the method described by Norberg (1995) and further purified by gel filtration. The purity of the pooled VTG fractions was confirmed by Native-PAGE (3-8% tris-acetate gel). Molecular weight (MW) was determined by gel filtration run with MW standards. Stickleback VTG has a relatively high MW of ~ 637 kDa (vs ~520 kDa for smooth flounder VTG, Roy et al. 2004). Both purified protein and plasma from mature female sticklebacks was stained with Coomassie blue, evidence that the purified compound is a female-specific protein. Staining with methyl green (phosphoprotein), Sudan black B (lipoprotein, Prat et al. 1969) and Periodic Acid-Schiff reagent (glycoprotein) on Native-PAGE identifies the purified protein as a phospho-lipoglycoprotein - further evidence that it is VTG. Finally, Western blot with commercially available antibodies confirmed that the protein is stickleback VTG. Plasma from mature male and female sticklebacks from 3 other SLE sites were also collected during the summer of 2003. These samples will be analysed by a homologous enzyme immunoassay, now being developed, using the purified VTG as standards.

<sup>1</sup> Ministère des Pêches et des Océans  
Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, Qc

**F. Garnerot<sup>1</sup>, J. Pellerin<sup>1</sup> et C. Blaise<sup>2</sup>**

LOCALISATION PAR IMMUNOHISTOCHEMIE DE LA SÉROTONINE (5-HT) ET DE LA 17β-OESTRADIOL (E2) DANS LA GONADE, LES BRANCHIES ET LES GANGLIONS CÉRÉBROPLEURAUX DE *MYA ARENARIA* (BIVALVE PÉLÉCYPODE)

Chez les bivalves, la reproduction est contrôlée par les neuroamines, comme la sérotonine (5-HT), synthétisée dans les ganglions et par les hormones stéroïdiennes gonadiques, comme la 17β-oestradiol (E2). Dans le passé, notre équipe a montré que l'E2 suit un cycle annuel. Lors de notre étude, nous avons détecté la présence d'E2 dans de nombreuses petites cellules, par immunohistochimie chez *Mya arenaria*, lorsque la gonade est aux stades immature et de pré-vitellogenèse. Par la suite, au stade post-vitellogenèse, nous avons pu noter que l'E2 est plus concentré dans les ovocytes en croissance. Ces résultats suggèrent que l'E2 est impliquée dans la maturation ovocytaire, mais le ou les types cellulaires la produisant n'est pas encore été élucidé. La sérotonine (5-HT) a été identifiée chez de nombreux bivalves. Ses concentrations, dans les ganglions nerveux de la moule, montrent des variations annuelles que l'on peut corréliser au cycle sexuel. De plus, la 5-HT provoque la rupture des vésicules germinales et induit la ponte lors d'injections dans le muscle abducteur. Notre étude montre que la localisation de la 5-HT dans les ganglions est zonale, certains groupes cellulaires ayant de fortes concentrations suggérant un rôle sérotoninergique. Sachant que le rôle de la 5-HT et l'E2 dans la reproduction sont mal connus, il est donc nécessaire d'approfondir ce domaine de recherche. Notre objectif est de localiser, par immunohistochimie, la sérotonine et le 17β-oestradiol chez *Mya arenaria* chez les deux sexes en fonction des différents stades de maturité de la gonade. Ces données physiologiques de base sont indispensables tant en écotoxicologie pour comprendre les mécanismes d'action des polluants ou en aquaculture pour atteindre de meilleurs rendements.

<sup>1</sup> Institut des Sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, 310 allée des Ursulines, Rimouski, Québec, Canada G5L 3A1

<sup>2</sup> CSL, Environnement Canada, Montréal, Qc.

**M. Caron<sup>1</sup>, J. Pellerin<sup>1</sup>, P. Rioux<sup>1</sup>, S. Briatte<sup>1</sup>, M. Fournier<sup>2</sup>,  
É. Pelletier<sup>1</sup> et M. Lebeuf<sup>3</sup>**

EFFETS PHYSIOLOGIQUES À LA SUITE DE L'EXPOSITION DE MOULES BLEUES (*MYTILUS EDULIS*) ET DE MYES COMMUNES (*MYA ARENARIA*) À DES SÉDIMENTS MARINS CONTAMINÉS

L'objectif de cette étude était de vérifier les effets physiologiques de perturbateurs endocriniens chez des moules et des myes de l'Anse de Métis (Québec). Ces mollusques ont été placés dans 18 aquariums et exposés, de novembre 2002 à décembre 2003, à des sédiments marins contaminés provenant de plusieurs sites de l'estuaire du Saint-Laurent. Les mollusques ont aussi été exposés de façon spécifique à des sédiments contaminés aux TBT, TBBPA et PBDEs. Chez les deux espèces étudiées, mais de façon plus marquée dans la glande digestive des moules, les concentrations moyennes de protéines de réserve diminuent durant la période d'expérimentation. En outre, les concentrations de protéines des sites contaminés et des sites témoins (non contaminés) ne diffèrent pas notablement, ce qui suggère qu'elles ne sont pas affectées par la contamination des sédiments et que les conditions de stabulation étaient adéquates. L'activité phagocytaire des hémocytes des moules décroît en fonction du temps et de la température. L'exposition au tributylétain (TBT), au tétrabromobisphénol A (TBBPA) et aux polybromodiphényléthers (PBDEs; mélange technique penta) réduit la flambée oxydative et la production des espèces réactives de l'oxygène impliquées dans les réactions immunitaires. L'apoptose est également augmentée à la suite de l'exposition au TBBPA et aux PBDEs.

**N. Lemaire<sup>1</sup>, S. Cartier<sup>1</sup>, J. Pellerin<sup>1</sup>, M. Fournier<sup>2</sup>,  
L. Girault<sup>3</sup>, E. Tamigneaux<sup>3</sup>, et E. Pelletier<sup>1</sup>**

VARIATIONS DE LA MATURATION SEXUELLE DE LA MOULE BLEUE, *MYTILUS SP.*, DANS DIFFÉRENTS SITES DE PRODUCTION MYTILICOLE DU QUÉBEC, EN FONCTION DE PARAMÈTRES DU MILIEU

Température et productivité du milieu sont des variables environnementales importantes pour la croissance et la reproduction de la moule bleue, *Mytilus* sp., d'où l'importance pour un mytiliculteur d'évaluer ces facteurs qui influenceront sur sa production. Compte tenu de la difficulté technique et financière pour un producteur à analyser ces paramètres, il est nécessaire de développer des indicateurs biologiques simples et peu coûteux, pour évaluer la qualité des sites mytilicoles. Un suivi saisonnier a permis d'étudier dans plusieurs sites de production au Québec, l'état physiologique de moules transplantées, en fonction de la température et de la concentration en phytoplancton. Nos résultats ont montré que l'indice hépatosomatique suivait un patron saisonnier influencé par la gamétogenèse. Ce processus est en effet très énergétique, d'où l'importance d'étudier ces variations en fonction des paramètres du milieu étudiés pour le mettre en relation avec les autres paramètres physiologiques étudiés. Selon nos résultats, il y a une influence positive de la concentration en phytoplancton sur la gamétogenèse. Cette étude a également mis en évidence un effet positif de la température sur le phénomène de ponte. De plus, la libération des produits sexuels ne semble pas être un phénomène ponctuel mais s'étale plutôt sur une période plus ou moins longue selon les sites. On note également un décalage temporel du cycle de maturation sexuelle entre les mâles et les femelles. Le décalage observé entre les sites pourrait également être expliqué par les contaminants présents.

<sup>1</sup> Institut des Sciences de la mer de Rimouski (ISMER), Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec

<sup>2</sup> INRS – Institut Armand Frappier, Université du Québec, Pointe Claire, Québec

<sup>3</sup> Pêches et Océans, Canada, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, Québec Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, Québec

<sup>1</sup> Institut des Sciences de la Mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec.

<sup>2</sup> Institut National de Recherche Scientifique – Santé - Institut Armand-Frappier, Montréal, Québec.

<sup>3</sup> Centre Spécialisé des Pêches, Grande-Rivière, Québec.

**S. Gauthier-Clerc<sup>1</sup>, F. Garnerot<sup>2</sup>, M. Fortier<sup>1</sup>,  
S. Lebreton<sup>1</sup>, S. Cartier<sup>2</sup>, N. Hébert<sup>1</sup>, J. Pellerin<sup>2</sup>  
et M. Fournier<sup>1</sup>**

MODULATION DE L'IMMUNO-COMPÉTENCE DE LA MOULE *MYTILUS EDULIS* PAR LES HORMONES STÉROÏDIENNES ET LES NEUROHORMONES

L'implication des hormones stéroïdiennes (17 $\beta$ -œstradiol, progestérone, testostérone) et des catécholamines (sérotonine, noradrénaline) dans le contrôle de la maturation sexuelle des bivalves est effective et de mieux en mieux définis. Le contrôle hormonal de la compétence immunitaire des bivalves est en revanche peu connu. Un suivi saisonnier de l'activité phagocytaire de *Mytilus edulis* réalisé en 2002 montre une variation de cette activité concomitante au processus de maturation sexuelle. Une étude plus récente nous a permis de confirmer que chez les moules femelles et mâles, l'activité phagocytaire augmente significativement au cours de la maturation sexuelle et que pour le stade mûr elle est significativement plus importante chez les femelles que chez les mâles. Des expositions *in vitro* à différentes concentrations de 17 $\beta$ -œstradiol (10<sup>-6</sup> M, 10<sup>-8</sup> M, 10<sup>-10</sup> M) d'hémocytes de moules femelles et mâles, à différents stades de développement sexuel, nous ont permis d'observer après 3 h d'exposition une augmentation significative de l'activité phagocytaire chez les femelles exposées à 10<sup>-10</sup> M mais pas chez les mâles. D'autres expositions *in vitro* de femelles au stade mûr à de la noradrénaline (10<sup>-6</sup> M, 10<sup>-8</sup> M, 10<sup>-10</sup> M) montre au contraire une inhibition de l'activité phagocytaire après 3 h d'exposition. D'autres expositions *in vitro* seront réalisées avec notamment la sérotonine et la progestérone. La mise au point de nouveaux outils moléculaires nous permettrons également de déterminer par cytométrie en flux l'effet de ces hormones sur la flambée oxydative qui représente une autre composante de l'immuno-compétence des bivalves. Ces premiers résultats laissent bien sûr présager de l'effet potentiel des perturbateurs endocriniens sur les défenses immunitaires des bivalves.

**C. Dimacacos<sup>1</sup>, S. Ruby<sup>1</sup>, M. Boily<sup>2</sup>, P. Spear<sup>2</sup>  
et M. Fournier<sup>3</sup>**

TESTICULAR ATROPHY IN ADULT MALE BULLFROGS (*R. CATESBEIANA*) FROM SAMPLING SITES OF THE YAMASKA RIVER BASINS.

Low reproductive success and reduced population viability has been recently reported as a result of agricultural runoff in amphibians. In this study adult *R. catesbeiana* males were collected from six sites of the Yamaska River basins, Eastern Townships, Qc in the summer 2003. The areas studied included two reference sites, two sites of medium pollution and two highly polluted sites. Body weights were recorded. Testis was removed, weighed and fixed for qualitative and quantitative histological analysis. Observations of testes demonstrated four patterns of histological change as it progressed from normal to atrophic conditions. Testes were categorized as (1) Normal, (2) Presence of degenerating cysts, (3) Decline in the formation of new cysts and (4) Testicular atrophy. Statistical analysis shows significantly higher occurrence of testicular atrophy in the highly polluted sites, 78% in Rivière Noire and 50% in Rivière à la Barbe. Compared to no atrophy present in low polluted sites (Deborah Stairs and Pot-au-Beurre). Sites of medium pollution, Farnham and Yamaska North show an increase in degenerating and declining cysts. This data suggests that reproductive capacity of male *R. catesbeiana* may be significantly reduced in connection with agricultural sites.

<sup>1</sup> INRS-Institut Armand-Frappier, 245 Boul. Hymus, Pointe-Claire, QC. H9R 1G6

<sup>2</sup> ISMER-UQAR, 310 allée des Ursulines, Rimouski, QC G5L 1A3

<sup>1</sup> Department of Biology, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada H4B 1R6

<sup>2</sup> Centre Toxen, Université du Québec à Montréal, Montreal, Quebec, Canada H3C 3P8

<sup>3</sup> INRS-Institut Armand-Frappier, Pointe-Claire, Quebec, Canada H9R 1G6

**C. Dimacacos<sup>1</sup>, S. Ruby<sup>1</sup>, M. Boily<sup>2</sup>, P. Spear<sup>2</sup>  
et M. Fournier<sup>3</sup>**

PRELIMINARY TOXICOLOGICAL FIELD STUDIES OF SEXUAL  
DIFFERENTIATION AND REPRODUCTION IN *R. CATESBEIANA*  
TADPOLES COLLECTED FROM SAMPLING SITES DRAINING THE  
YAMASKA RIVER

Recent scientific studies suggest that amphibian populations are declining. In the present study, a biomarker was developed to assess the reproductive and gonadal development of *R. catesbeiana* tadpoles. Three year-old tadpoles were collected from two sites draining the Yamaska River in the Eastern Townships, Qc. The kidney-gonad complex was microdissected and prepared for qualitative and quantitative histological analysis. Histological observations confirmed absence of males at both sites. All female gonads were at the early oocyte development stage. Oocytes from ovaries of female tadpoles were significantly smaller at site 4 relative to site 1. This data suggests that the early oocyte development of three year-old female tadpoles can be used as a reproductive biomarker of *R. catesbeiana* in its natural habitat.

**V. Bérubé<sup>1,3</sup>, M.H. Boily<sup>1,3</sup>, C. DeBlois<sup>2,3</sup>, N. Dassylva<sup>2</sup>  
et P. Spear<sup>1,3</sup>**

PROFIL DES RÉTINOÏDES PLASMATIQUES DES OUAOUARONS DANS LE  
BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE YAMASKA

Plusieurs chercheurs s'intéressent au sort des amphibiens pour lesquels on a constaté des diminutions importantes de populations à l'échelle mondiale. La présente étude évalue la possibilité d'utiliser les rétinoïdes plasmatiques comme biomarqueurs chez les amphibiens. Les rétinoïdes sont essentiels à plusieurs fonctions physiologiques comme la croissance, la vision et la reproduction. Certaines formes biologiquement actives des rétinoïdes comme l'acide rétinoïque et ses métabolites oxydatifs ont des propriétés tératogènes et doivent être finement régulées. Si les BPC, dioxines et furannes sont reconnus pour leur pouvoir perturbateur sur l'homéostasie des rétinoïdes, on ne connaît rien des effets qui pourraient être associés aux pesticides sur ce système. Dans la présente étude, des Ououarons ont été échantillonnés dans le bassin versant de la rivière Yamaska, reflétant différentes conditions d'exposition à des pesticides utilisés dans la culture du maïs-grain. Les rétinoïdes ont été mesurés dans le plasma des Ououarons par HPLC phase inverse. De façon générale, les résultats obtenus démontrent une baisse du rétinol dans les sites où l'activité agricole est moyenne ou élevée ( $p = 0.005$ ) par rapport à des Ououarons capturés dans des sites où l'activité agricole est faible. En situation d'agriculture intensive, les femelles semblent davantage affectées que les mâles en ce qui a trait au rétinol selon l'interaction «sexe x intensité d'agriculture» ( $p = 0.003$ ). Parmi les pesticides détectés, l'atrazine et ses métabolites semblent avoir un effet sur le rétinol plasmatique ( $r = -0.501$ ) alors que le métolachlor pourrait influencer les concentrations de l'acide 13-*cis*-4-oxo-rétinoïque ( $r = -0.226$ ).

<sup>1</sup> Department of Biology, Concordia University,  
Montreal, Quebec, Canada H4B 1R6

<sup>2</sup> Centre Toxen, Université du Québec à Montréal,  
Montreal, Quebec, Canada H3C 3P8

<sup>3</sup> INRS-Institut Armand-Frappier, Pointe-Claire, Quebec,  
Canada H9R 1G6

<sup>1</sup> Centre de recherche TOXEN, Université du Québec à  
Montréal, Montreal, Québec H3C 3P8

<sup>2</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec,  
MENV, Sainte-Foy, Québec G1N 3Y7

<sup>3</sup> Réseau de recherche en écotoxicologie du Saint-Laurent

**P.A. Spear<sup>1,3</sup>, M. Boily<sup>1,3</sup>, V. Bérubé<sup>1,3</sup>, N. Dassylva<sup>2</sup> et C. DeBlois<sup>2,3</sup>**

RÉTINOÏDES HÉPATIQUES CHEZ LE OUAOUARON, *RANA CATESBEIANA*: INFLUENCE DES PESTICIDES?

Les pratiques en agriculture ont changé radicalement depuis 50 ans en Amérique du Nord et, parallèlement, les déclin des populations d'amphibiens ont été constatés. L'objectif de cette expérience était une évaluation préliminaire du statut en vitamine A des amphibiens en milieu agricole. Des ouarouarons mâles adultes ont été échantillonnés dans 6 sous-bassins de la rivière Yamaska afin d'établir une gamme de l'intensité agricole. Les foies ont été analysés pour les concentrations de 7 rétinoides. Les échantillons d'eau de surface ont été analysés pour 53 pesticides. Les concentrations de rétinoides hépatiques étaient significativement différentes entre les 6 sites. La tendance générale (semi-quantitative) était une diminution des rétinoides à mesure que l'activité agricole augmentait. Parmi les différents sites, les grenouilles de Saint-Damase (rivière à la Barbue) avaient les concentrations du rétinol et du palmitate/oléate de rétinol les plus faibles. À ce même site, plus que 60 % de la superficie du sous-bassin était en culture intensive de maïs et de soya et les concentrations de pesticides étaient les plus fortes comparativement aux autres sites. Une régression négative ( $p = 0,002$ ) entre la concentration du rétinol hépatique et la concentration des atrazines (atrazine plus ses métabolites) dans l'eau a été observée. Une régression négative ( $p < 0,001$ ) a également été obtenue entre la concentration du rétinol hépatique et la concentration totale des pesticides dans l'eau. Ces résultats supportent l'hypothèse que les pesticides affectent le stockage des rétinoides au niveau du foie chez le ouarouaron, cependant de multiples sources de pollution agricole doivent être prises en considération.

**V.E. Bérubé, A. Gagnon, M. H. Boily et P.A. Spear<sup>1</sup>**

MÉTABOLISME DE L'ACIDE RÉTINOÏQUE CHEZ LE OUAOUARON, *RANA CATESBEIANA*, ET INFLUENCE POTENTIEL DE CERTAINS PESTICIDES

Les rétinoides agissent par un système de signalisation cellulaire semblable à ceux des hormones stéroïdiennes. C'est l'acide rétinol et certaines formes apparentées qui lient des récepteurs nucléaires RAR/RXR et influencent l'expression des gènes. Il est donc essentiel de réguler les concentrations de ligands comme le all-*trans*-AR, le all-*trans*-4-oxo-AR et le 13-*cis*-AR. Les effets pléiotropiques des rétinoides comprennent la différenciation et la prolifération de nombreux types de cellules et se manifestent aux niveaux des caractéristiques sexuelles secondaires, la spermatogenèse, la reproduction, le développement de l'embryon, la croissance, la compétence du système immunitaire et la résistance aux maladies (y compris le cancer et les parasites). L'AR, plusieurs isoformes géométriques ainsi que des métabolites sont des puissants tératogènes.

Nos expériences en laboratoire ont démontré que les microsomes hépatiques du ouarouaron ont la capacité de convertir le all-*trans*-AR en all-*trans*-4-oxo-AR et all-*trans*-4-OH-AR. Cependant, un plus fort taux de conversion du 13-*cis*-AR en 13-*cis*-4-oxo-AR et 13-*cis*-4-OH-AR a été constaté. Quand les ouarouarons ont été exposés au chlorothalonil pendant une semaine, le métabolisme du 13-*cis*-AR avait tendance à diminuer ( $p = 0,078$ ) surtout chez les femelles ( $p = 0,058$ ) et cet effet au niveau hépatique se retrouvait aussi dans le plasma par une diminution du 13-*cis*-4-oxo-AR. Sur le terrain, une corrélation significative ( $r = -0,226$ ;  $p = 0,016$ ) a été obtenue entre la concentration du 13-*cis*-4-oxo-AR plasmatique et la concentration du métalochlor mesuré dans les eaux de surface dans différents sous-bassins de la Rivière Yamaska. Ces résultats suggèrent que certains pesticides peuvent affecter le système de signalisation cellulaire des rétinoides.

<sup>1</sup> Centre de recherche TOXEN, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec H3C 3P8

<sup>2</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MENV, Sainte-Foy, Québec G1N 3Y7

<sup>3</sup> Réseau de recherche en écotoxicologie du Saint-Laurent

<sup>1</sup> Réseau de recherche en écotoxicologie du Saint-Laurent et Centre de recherche TOXEN, Université du Québec à Montréal

**M.C. Locas<sup>1</sup>, J. Paquin<sup>1,3</sup>, P.A. Spear<sup>2,3</sup> et M. Boily<sup>2,3</sup>**

LE MODÈLE P19 DE DIFFÉRENCIATION CELLULAIRE ET LE DÉVELOPPEMENT D'UN BIOESSAI DE LA QUALITÉ DES EAUX

L'acide rétinolique (AR) est un régulateur essentiel du développement des vertébrés. Le TTNBP, un analogue de AR, cause des malformations similaires à celles observées chez des amphibiens vivant dans des régions agricoles, soulevant la possibilité que des pesticides contaminant les cours d'eau interfèrent dans l'action développementale de AR. Les cellules de carcinome embryonnaire P19 de souris ressemblent aux cellules indifférenciées de l'embryon et se différencient en neurones ou en cardiomyocytes dépendamment de la concentration de AR dans le milieu de culture. La différenciation s'accompagne de la disparition de l'antigène spécifique du stade embryonnaire-1 (SSEA-1) présent à la surface des cellules. Dans le but de mettre au point un bioessai de la qualité des eaux basé sur la différenciation cellulaire, nous avons développé un dosage ELISA du marqueur SSEA-1 sur des cultures de cellules P19. Par la suite, des agrégats cellulaires P19 ont été exposés au TTNBP, à de l'atrazine (un herbicide utilisé dans la culture du maïs), et à un extrait de deux échantillons d'eau provenant de cours d'eau en milieu agricole. Les résultats ELISA montrent que l'atrazine aux concentrations rencontrées en agriculture ne cause pas la perte de SSEA-1. Au contraire, des extraits des échantillons d'eau, tout comme des concentrations de  $10^{-6}$  et  $10^{-7}$  M de TTNBP, causent la perte de SSEA-1, suggérant des propriétés morphogéniques intrinsèques. Le modèle cellulaire P19 aiderait donc à détecter la présence de substances morphogéniques et s'ajouterait ainsi à diverses stratégies d'évaluation environnementale. Il rend aussi possible l'étude de mécanismes d'action de telles substances.

**M. Cadotte<sup>1</sup>, L. Deschênes<sup>1</sup> et R. Samson<sup>1</sup>**

COMPARAISON À L'AIDE D'UNE ANALYSE DE CYCLE DE VIE (ACV) DE TECHNOLOGIES EX SITU ET IN SITU DE RÉHABILITATION DE SITES CONTAMINÉS AUX HYDROCARBURES PÉTROLIERS

Les conséquences des activités de réhabilitation s'étendent bien au-delà des impacts primaires liés à la présence de contaminants sur le site lorsque ces dernières sont analysées d'un point de vue de cycle de vie. En effet, les actions de réhabilitation engendrent d'autres impacts sur l'environnement, appelés impacts secondaires, tels que des émissions de CO<sub>2</sub> lors du transport des sols ou l'utilisation d'énergie pour le fonctionnement des pompes pour le retrait d'une phase libre.

Dans ce contexte, les objectifs de cette étude sont de déterminer à l'aide d'une analyse de cycle de vie (ACV) :

- 1) les impacts primaires et secondaires de trois scénarios de technologies *in situ* de restauration de sols et les comparer avec ceux d'une technologie *ex situ*,
- 2) le scénario de technologie générant le moins d'impacts sur l'environnement.

Le site étudié est contaminé par du diesel à une concentration moyenne de 10500mg/kg sol et est situé au nord du Québec sur les rives du St-Laurent. Les technologies *in situ* permettent l'enlèvement de la phase libre et la réhabilitation de la zone vadose et de l'eau souterraine. Les scénarios *in situ* sont : 1) pompage et rabattement, atténuation naturelle et pompage et traitement; 2) bioaspiration, bioventilation et biobarbotage; 3) bioaspiration, bioventilation et oxydation chimique. La technologie *ex situ* est l'excavation des sols avec traitement en biopiles.

L'analyse de l'inventaire pour chaque scénario est présentement en cours. Les matériaux nécessaires aux technologies ont été répertoriés et quantifiés ainsi que le carburant nécessaire lors du transport des équipements ou pour l'utilisation des pompes.

<sup>1</sup> Département de Chimie, UQAM

<sup>2</sup> Centre TOXEN et Département des sciences biologiques

<sup>3</sup> Réseau de Recherche en Écotoxicologie du Saint-Laurent

<sup>1</sup> CIRAIQ : Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services, École Polytechnique de Montréal

**J. Godin<sup>1</sup>, L. Deschênes<sup>1</sup> et R. Samson<sup>1</sup>**

ÉTUDE COMPARATIVE DE DEUX MÉTHODES D'ÉVALUATION DES IMPACTS DU CYCLE DE VIE (EICV) : APPLICATION À LA GESTION D'UN SITE CONTAMINÉ

Plusieurs méthodes d'Évaluation des Impacts du Cycle de Vie (EICV) sont actuellement disponibles aux praticiens de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV). Or, jusqu'à présent peu d'études ont évalué la cohérence et les différences associées à l'utilisation de ces différentes méthodes. Dans ce contexte, les impacts environnementaux potentiels associés à quatre modes de gestion pour un site contaminé par des résidus de l'industrie de l'aluminium ont été évalués à l'aide de deux méthodes d'EICV. La première, EDIP97, est basée sur des indicateurs d'impact orientés *problème* sur l'échelle cause à effet « midpoint approach » alors que la deuxième, IMPACT 2002+, est orientée *dommage* « endpoint approach ». Les scénarios de gestion considérés sont: 1) l'atténuation naturelle, 2) l'excavation de la source de contamination et son entreposage dans une cellule de confinement étanche sur le site, 3) l'excavation et le traitement physico-chimique des brasques usées et 4) l'excavation et la valorisation énergétique des brasques usées.

Les options de restauration, les procédés et les substances étant potentiellement le plus dommageables ont été identifiés à l'aide de chaque méthode. Les résultats montrent d'importantes différences au niveau des catégories d'impact locales (écotoxicité, toxicité humaine). Avec la méthode EDIP97, les résultats indiquent une contribution négligeable de la toxicité humaine, alors que celle-ci représente plus de 20% de l'impact total avec IMPACT 2002+. Ces différences s'expliquent par le fait que EDIP97 ne considère pas les polluants inorganiques (PM10, PM2.5) émis lors du transport lors de l'évaluation de la toxicité humaine, menant ainsi à une sous-estimation de cet impact.

<sup>1</sup> CIRAIG : Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services, École Polytechnique de Montréal

**C. Daoust<sup>1</sup>, J. Godin<sup>1</sup> et L. Deschênes<sup>1</sup>**

MODÉLISATION DU SORT ENVIRONNEMENTAL DES MÉTAUX EN ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) : ÉTUDE DE L'INFLUENCE DES CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES

Lors de l'Évaluation des Impacts du cycle de Vie (EICV), la caractérisation du potentiel toxique des polluants est déterminée en fonction : 1) d'un facteur d'effet ; et 2) d'un facteur de sort environnemental et d'exposition. L'utilisation de modèles de type multi-compartiments (eau, air, etc.) est une pratique courante en EICV afin de déterminer le facteur de sort et d'exposition. Quelques études précédentes ont évalué l'influence du contexte géographique lors de l'utilisation de ce type de modèles en ACV et ont conclu que les incertitudes liées aux caractéristiques spatiales n'ont que peu d'influence sur les facteurs de sort et d'exposition par rapport à la variabilité des propriétés des substances. Or, les propriétés de partition des substances sont également liées aux caractéristiques spatiales (pH, érosion, etc.). Cet aspect n'a toutefois pas été étudié jusqu'à maintenant.

Afin d'évaluer l'importance des conditions géographiques sur le potentiel toxique des métaux en ACV, une étude comparative des facteurs de sort et d'exposition a été effectuée pour trois métaux (Cd, Ni, Zn) à l'aide du modèle multi-compartiments IMPACT 2002 adapté à deux écozones canadiennes (les Prairies et Le Bouclier Canadien). Pour chaque écozone, les facteurs de sort et d'exposition déterminés à partir de propriétés de partition moyennes et de corrélations liées aux conditions géographiques ont été comparés. Les résultats montrent des variations allant jusqu'à un ordre de grandeur pour une même substance, menant à la conclusion que les paramètres géographiques devraient être considérés pour déterminer le sort des métaux en ACV.

<sup>1</sup> CIRAIG : Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services, École Polytechnique de Montréal

**C. Reid<sup>1</sup>, L. Deschênes<sup>1</sup>, M. Aubertin<sup>2</sup> et B. Bussière<sup>3</sup>**

ANALYSE DU CYCLE DE VIE DE LA GESTION DES RESIDUS MINIERS ET ADAPTATION DE MODELES DE CARACTERISATION POUR L'UTILISATION DES TERRES AU CONTEXTE CANADIEN

---

La gestion des rejets miniers engendre plusieurs impacts environnementaux dont l'utilisation de surfaces nécessaires à l'entreposage en surface de grands volumes de solides. L'analyse de cycle de vie (ACV) représente un outil permettant d'effectuer un choix entre plusieurs options de gestion. La catégorie d'impact "utilisation des terres" considérée en ACV doit, cependant, être adaptée au contexte étudié.

Les objectifs de cette étude sont les suivants : 1) comparer les impacts environnementaux associés à différentes méthodes de gestion des rejets à l'aide d'une ACV ; et 2) effectuer une analyse critique des modèles de caractérisation de l'utilisation des terres et adaptation de modèles au contexte canadien et à l'industrie minière.

Six scénarios de gestion des rejets miniers sont étudiés. Durant l'opération, les rejets peuvent être envoyés en totalité au parc à rejets où ils sont submergés (ennoisement) ou être utilisés en partie comme remblai souterrain. À la fermeture du parc, trois options sont disponibles: l'ennoisement perpétuel, la désulfuration partielle ou le recouvrement multicouches.

Les impacts de l'utilisation des terres sont calculés à l'aide de paramètres tels que la perte de qualité (indicateurs), la superficie affectée et le temps. Les modèles sélectionnés doivent idéalement tenir compte de deux impacts soient l'occupation et la transformation des terres ainsi que de la renaturation des terres. Ils doivent également permettre une adaptation spatiale des différents indicateurs.

L'inventaire est présentement en cours pour une mine située en Abitibi et il tient compte des étapes suivantes : usine de remblai, parc à rejets, usine de chaulage, bassin de polissage et construction des infrastructures.

<sup>1</sup> CIRAIG : Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services, École Polytechnique de Montréal

<sup>2</sup> Chaire industrielle CRSNG-Polytechnique-UQAT en environnement et gestion des rejets miniers – École Polytechnique de Montréal

<sup>3</sup> Chaire industrielle CRSNG-Polytechnique-UQAT en environnement et gestion des rejets miniers- Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

## Index des auteurs

NOMS	RÉFÉRENCES
Adam C.	E-4
Amyot M.	D-3, AF-7
Aubertin M.	AF-35
Auclair J.C.	J-1
Bastien C.	B-2, E-1, B-1, G-2a, G-2b, AF-2, AF-3
Becaert V.	AF-4, B-1
Bellemare F.	AF-1
Benmoussa H.	J-1
Berryman D.	D-1
Bérubé L.	C-2
Bérubé V.	AF-28, AF-29, AF-30
Besson M.	AF-18
Beyak J.	G-2b
Blaise C.	A-3, AF-22, A-1
Blake G.	E-1
Blanchfield P.	D-3
Bodaly R.A.	D-3
Boeriu A.	A-2
Boily F.	E-2
Boily M.	A-7, AF-26, AF-27, AF-28, AF-29, AF-30, AF-31
Borgmann U.	G-3
Boucher N.	AF-1
Boullemant A.	E-3
Briatte S.	AF-24
Bulle C.	H-1
Burelle S.	B-2
Bussière B.	AF-35
Cabana G.	C-3
Cadotte M.	AF-32
Camiré M.	AF-19
Campbell P.G.C.	D-2, D-4, E-2, E-3, G-1, G-2a, G-4, G-5, AF-12, AF-13, AF-14, AF-15
Cantin P.	F1
Cardin R.	AF-1
Caron M.	AF-23
Cartier S.	AF-24, AF-25
Chassé R.	B-1, AF-3
Chovelon J.M.	AF-18
Clemens A.	AF-18

## Index des auteurs

NOMS	RÉFÉRENCES
Clement B.	E-1
Cooper S.	AF-14
Côté G.	B-1, AF-3
Couillard C.M.	A-6, AF-20, AF-21
Couillard Y.	G-3, AF-12
Croisetière L.	C-3
Daoust C.	H-2, AF-34
Dassylva N.	AF-11, AF-19, AF-28, AF-29
DeBlois C.	AF-10, AF-11, AF-19, AF-20, AF-28, AF-29
Deschenes L.	B-1, H-1, H-2, H3, AF-3, AF-4, AF-5, AF-32, AF-34, AF-33, AF-35
Devaux A.	AF-18
Déziel N.	AF-1
Dimacacos C.	AF-26, AF-27
Dobran S.	AF-5
Dontigny J.	H-3
Dufour M.	AF-13
Durrieux C.	AF-17, AF-18
Faure R.	AF-18
Fayad P.B.	AF-7
Floriani M.	E-4
Fortier M.	AF-25
Fortin C.	E-2, E-3, E-4, AF-13
Fouchécourt M.-O.	F-2, I-1
Fournier M.	AF-23, AF-24, AF-25, AF-26, AF-27
Gagné F.	A-1, A-3
Gagnon A.	D-2, AF-30
Gagnon C.	A-2
Garnerot F.	AF-22, AF-25
Garnier-Laplace J.	E-4
Gaudreau G.	AF-11
Gaudreault M.	B-4
Gauthier-Clerc S.	AF-25
Giguère J.	B-2
Gillet C.	AF-18
Girault L.	AF-24
Giroux M.	B-1, AF-3
Gobeil C.	C-1, C-2, AF-8, AF-9
Godin J.	H-1, AF-33, AF-34
Gosselin A.	B-2
Gouy V.	AF-18
Guillard C.	AF-18
Hare L.	C-3, D-3, G-4, G-5, AF-12, AF-14, AF-15
Hébert N.	AF-25
Hellou J.	A-1
Herbreteau B.	AF-18
Hintelmann H.	D-3
Hontela A.	D-2, D-4, G-5, AF-12, AF-15, AF-19
Houde F.	AF-10, AF-11
Houde L.	B-4

## Index des auteurs

NOMS	RÉFÉRENCES
Jalbert L.	D-1
Jolliet O.	H-2
Jumarie C.	D-2
King M.	G-2b
Konuk T.	B-3
Labrecque M.	B-4
LaFlèche M.R.	C-4
Laforte L.	C-1
Laridi R.	J-1
Lebeuf M.	A-6, AF-20, AF-21, AF-23
Leboulanger C.	AF-18
Lebreton S.	AF-25
Lee L.E.J	A-4
Légaré B.	A-6
Lemaire N.	AF-24
Lemire R.	AF-2
Lepage L.	A-8
Lepage N.	G-2a
Locas M.-C.	AF-31
Loranger S.	B-4
Lorrain L.	AF-1
Lucotte M.	D-3
Maltais D.	AF-21
Margoum C.	AF-18
Marote P.	AF-18
Martel L.	B-2, E-1, G-1, G-2a, G-2b, G-5, AF-12, AF-15
Masson S.	G-1, G-2a, G-5, AF-12, AF-13, AF-15
McGeer J.C.	G-2b
Ménard É.	B-4
Menzie C.A.	AF-16
Méthot G.	G-5, AF-12, AF-15
Michaud A.	G-4
Milot N.	A-8
Montuelle B.	AF-4, AF-17, AF-18
Morlon H.	E-4
Nowierski M.	G-3
Olsen C.	D-4, G-1, G-2a, G-5, AF-12, AF-13, AF-15
Ouellette H.	B-2
Pâquet A.	AF-2
Paquin J.	AF-31
Parent L.	AF-12
Payet J.	H-2
Pellerin J.	A-3, AF-22, AF-23, AF-24, AF-25
Pelletier É.	A-4, A-5, AF-24, AF-23
Pelletier M.	C-4
Perron A.	AF-9
Perron E.	AF-1
Pichette C.	AF-6
Pichette K.	B-2
Pilon A.	J-2

## Index des auteurs

NOMS	RÉFÉRENCES
Pinel-Alloul B.	G-5, AF-12, AF-15
Quirion R.	AF-8
Reid C.	H-1, AF-35
Renoux A.	F-1
Rioux P.	AF-23
Robert C.	F-3
Roger M.C.	AF-18
Rouette M.E.	AF-1
Roy R.L.	AF-20, AF-221
Ruby S.	AF-26, AF-27
Saint-Louis R.	A-5
Samson R.	H-2, H3, AF-32, AF-33
Sarica J.	D-3
Sauvé S.	A-2, B-4, AF-6, AF-7
Schwartz M.L.	G-2b
Spear P.A.	AF-19, AF-26, AF-27, AF-28, AF-29, AF-30, AF-31
St-Louis R.	A-4
Tamigneaux E.	AF-24
Tardif M.C.	D-4
Tessier A.	C-3, C-1, C-2, AF-8, AF-9
Tessier L.	AF-1
Toffoletto L.	H-1
Tran Minh C.	AF-18
Tremblay H.	F-3, AF-10
Trépanier J.-P.	I-1
Triffault-Bouchet G.	E-1
Veillette C.	AF-10
Viglino L.	A-4
Vigneault B.	G-1, G-2a, G-2b, AF-12, AF-13
Volat B.	AF-4, AF-18
Walsh P.	I-2
Zagury G.J.	B-3, AF-5

