

Produits pharmaceutiques et de soins personnels dans l'environnement au Canada :

Directions de
la recherche et
des politiques



Série de rapports
d'évaluation scientifique
de l'INRE rapport no 8

Canada



Sources Mixtes

Groupe de produits issu de forêts
bien gérées, de sources contrôlées
et de bois ou fibres recyclés.

www.fsc.org Cert no.
© 1996 Forest Stewardship Council



Produits pharmaceutiques et de soins personnels dans l'environnement au Canada :

Directions de la recherche et des politiques

Comptes rendus de l'atelier

Queen's Landing Inn ■ Niagara-on-the-Lake ■ Ontario ■ Canada ■ Du 5 au 7 mars 2007



Health Canada Santé Canada



Agriculture and Agri-Food Canada Agriculture et Agroalimentaire Canada



Environnement Canada Environment Canada



Ontario Ministry of Environment
Ministère de l'Environnement



Ontario Ministry of Agriculture,
Food and Rural Affairs
Agriculture, Alimentation
et Affaires rurales



CWAE Centre de Walkerton
pour l'assainissement de l'eau



CANADIAN WATER NETWORK
RÉSEAU CANADIEN DE L'EAU

© Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux Canada 2007

Pour obtenir d'autres exemplaires : or Shirley Anne Smyth

Liaison sciences et technologie
Direction des stratégies en sciences et technologie
Direction des sciences et de la technologie
Environnement Canada
867, chemin Lakeshore, C.P. 5050
Burlington (Ontario) L7R 4A6
S&T@ec.gc.ca

Division de la recherche sur la protection des
écosystèmes aquatiques
Direction générale des sciences et de la
technologie, eau
Direction des sciences et de la technologie
Environnement Canada
867, chemin Lakeshore, C.P. 5050
Burlington (Ontario) L7R 4A6
shirleyanne.smyth@ec.gc.ca

Pour voir une version html ou télécharger le document en format pdf, aller sur le site de l'INRE : <http://www.inre.ca>
Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Produits pharmaceutiques et de soins personnels dans l'environnement au Canada :
directions de la recherche et des politiques.

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.

Titre de la p. de t. addit. : Pharmaceuticals and personal care products in the Canadian environment.

Titre courant : Rapport final sur l'atelier de 2007 sur les PPSP.

Rédacteurs des comptes rendus de: Sonya Kleywegt ... [et al.]. Cf. p. 2

"Comptes rendus de l'atelier, Queen's Landing Inn, Niagara-on-the-Lake,
Ontario, Canada, Du 5 au 7 mars 2007".

ISBN 978-0-662-69950-7

No de cat.: En13-2/8-2007F

1. Médicaments--Aspect de l'environnement--Canada--Congrès. 2. Produits d'hygiène--Aspect de l'environnement--Canada--Congrès. 3. Médicaments --Toxicologie--Congrès. 4. Produits d'hygiène--Toxicologie--Congrès. I. Kleywegt, Sonya II. Canada. Environnement Canada. III. Titre: Rapport final sur l'atelier de 2007 sur les PPSP. IV Titre: Pharmaceuticals and personal care products in the Canadian environment.

TD196.D78.P42 2007

363.738

C2007-980183-8F

Ce rapport peut être cité comme suit : Kleywegt, S., Smyth, S-A., Parrott, J., Schaefer, K., Lagacé, E., Payne, M., Topp, E., Beck, A., McLaughlin, A. et K. Ostapyk (s. la dir. de). 2007. Produits pharmaceutiques et produits d'hygiène personnelle dans l'environnement canadien : recherches et directives, série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE, N° 8, 61 p.

Remerciements : Merci infiniment à Leslie Simms pour son soutien sur le plan de l'administration financière et à Grazyna Modzynski pour la réalisation et la mise en page du rapport.

Crédits photographiques : Ed Topp, Quintin Rochfort, Joanne Parrott, la DSR d'Environnement Canada et Photo.com.

Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE : <http://www.nwri.ca/publications/sars-f.html>.

Au nom du gouvernement du Canada, l'INRE dirige des évaluations scientifiques des questions prioritaires liées aux eaux douces au pays, et en publie les résultats. Généralement, les rapports d'évaluation sont rédigés par des spécialistes de l'INRE, d'administrations gouvernementales, d'universités et de l'industrie. Il font le point sur les connaissances scientifiques, sur les tendances et sur les besoins en matière d'information et de programmes. Ces documents faisant autorité ont pour objet d'aider les scientifiques ayant un pouvoir décisionnel, les gestionnaires de ressources naturelles et les chercheurs à établir des priorités en matière de recherche et à élaborer des politiques et des pratiques de gestion judicieuses.

Ce rapport, et les rapports précédents de cette série, sont accessibles à www.inre.ca

No 1 – Menaces pour les sources d'eau potable et les écosystèmes aquatiques au Canada (2001)

No 2 – Évaluation nationale des données des études de suivi des effets sur l'environnement des fabriques de pâtes et papiers (2003)

No 3 – Menaces pour la disponibilité de l'eau au Canada (2004)

No 4 – Dix ans de recherches sur les effets environnementaux des effluents des fabriques de pâtes et papiers au Canada (1992-2002) (2004)

No 5 – Évaluation nationale des données des études de suivi des effets sur l'environnement des fabriques de pâtes et papiers : Résultats des cycles 1 à 3 (2005)

No 6 – La recherche, fondement de décisions prises pour le bénéfice des Canadiens (2005)

No 7 – Le dépistage des sources de pollution microbienne dans les écosystèmes aquatiques (2006)

Comptes rendus de l'atelier

Queens Landing Inn
155, rue Byron, Niagara-on-the-Lake
Ontario, Canada
Du 5 au 7 mars 2007

Rédacteurs des comptes rendus de l'atelier

Sonya Kleywegt	Ministère de l'Environnement de l'Ontario
Shirley Anne Smyth	Environnement Canada
Joanne Parrott	Environnement Canada
Karl Schaefer	Environnement Canada
Émilie Lagacé	Environnement Canada
Michael Payne	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
Edward Topp	Agriculture et Agroalimentaire Canada
Andrew Beck	Santé Canada
Alison McLaughlin	Santé Canada
Kim Ostapyk	Santé Canada

Conférenciers

Karl Fent	Université des Sciences Appliquées, Muttentz, Suisse
Mark Servos	Université de Waterloo
Sean Backus	Environnement Canada
Thorsten Hebben	Alberta Environment
Sonya Kleywegt	Ministère de l'Environnement de l'Ontario
François Gagné	Environnement Canada
Thomas Moon	Université d'Ottawa
Katsuji Haya	Ministère des Pêches et des Océans
Tom Edge	Environnement Canada
Chris Metcalfe	Université Trent
Saad Jasim	Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau
Lori Lishman	Environnement Canada
Edward Topp	Agriculture et Agroalimentaire Canada
Mary Buzby	Merck and Co Inc.
Gordon Stringer	Santé Canada
Andrew Beck	Santé Canada
Neil Tolson	Santé Canada
Joanne Parrott	Environnement Canada
Andrew Marr	District régional du Grand Vancouver
Caroline Robert	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec

Promoteurs de l'atelier

Ministère de l'Environnement de l'Ontario
Environnement Canada
Santé Canada
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau
Réseau canadien de l'eau

Comité organisateur de l'atelier

Sonya Kleywegt	Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement de l'Ontario
Shirley Anne Smyth	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada
Andrew Beck	Bureau de l'évaluation et du contrôle des substances nouvelles, Santé Canada
Edward Topp	Programme national de santé environnementale, Agriculture et Agroalimentaire Canada
Michael Payne	Direction de la gestion des éléments nutritifs, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
Joanne Parrott	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada
Karl Schaefer	Liaison sciences et technologie, Environnement Canada
Sean Backus	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada
Paul Yang	Direction des services de laboratoire, ministère de l'Environnement de l'Ontario
Shahram Tabe	Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement de l'Ontario
Alison McLaughlin	Bureau de l'évaluation et du contrôle des substances nouvelles, Santé Canada
Jenn Dykeman	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada
Rodney McInnis	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada

Ce document présente les résumés de toutes les conférences et un rapport sommaire sur les discussions des groupes thématiques. Pour obtenir les comptes rendus détaillés, veuillez consulter le document récapitulatif sur l'atelier, préparé par Lura Consulting Inc., disponible auprès de tous les membres du comité organisateur.

Les recommandations et les avis exprimés dans le présent document sont ceux des participants et ne sont pas nécessairement représentatifs des organismes promoteurs ou des membres du comité.

Liste des abréviations couramment utilisées

3BC	3-benzylidène camphre	MEO	Ministère de l'Environnement (Ontario)
ACR	Rapport entre la toxicité aiguë et la toxicité chronique	EEUM	Effluents d'eaux usées municipales
AENV	Alberta Environment	BECSN	Bureau de l'évaluation et du contrôle des substances nouvelles
APCI	Ionisation chimique à pression atmosphérique	RRSN	Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles
AwwaRF	American Water Works Association Research Foundation	COEU	Contaminants organiques dans les eaux usées
MPG	Meilleures pratiques de gestion	PhACT	Pharmaceutical Assessment and Characterization Tool
ACLAE	Association canadienne des laboratoires d'analyse environnementale	PhATE	Pharmaceutical Assessment and Transport Evaluation
CAS	Chemical Abstracts Service	PhRMA	Pharmaceutical Research and Manufacturers of America
LCPE	<i>Loi canadienne sur la protection de l'environnement</i>	CSEP	Concentration sans effet prévu
PGPC	Plan de gestion des produits chimiques	PP	Proliférateurs de peroxisomes
MRC	Matériaux de référence certifiés	PPAR	Récepteurs activés par les proliférateurs de peroxisomes
LIS	Liste intérieure des substances	PPSP	Produits pharmaceutiques et de soins personnels
UEE	Unité d'évaluation environnementale	AQ/CQ	Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité
CE 50	Concentration efficace 50	RXR	Récepteur de l'acide X rétinolique
CPSE	Composés perturbateurs du système endocrinien	MRE	Matériaux de référence étalon
EMEA	Agence européenne pour l'évaluation des médicaments	TRMS	Temps de rétention des matières solides (boue)
ERAPharm	Évaluation des risques environnementaux posés par les produits pharmaceutiques	ISRS	Inhibiteurs spécifiques du recaptage de la sérotonine
ESI	Ionisation par électronébulisation	IRST	Initiative de recherche sur les substances toxiques
UE	Union européenne	USEPA	United States Environmental Protection Agency
LAD	<i>Loi sur les aliments et drogues</i>	USGS	United States Geological Survey
GUDI	Eau souterraine directement sous l'emprise de l'eau de surface	UV	Ultraviolet
DRGV	District régional du Grand Vancouver	VICH	International Cooperation of Harmonization of Technical Requirements for Registration of Veterinary Products
LSC	Liste des substances commercialisées	BAE	Boue activée excédentaire
LC-MS/MS	Couplage de chromatographie en phase liquide et spectrométrie de masse	TEE	Toxicité de l'effluent entier
BML	Biosolides municipaux liquides	SEEU	Stations d'épuration des eaux usées
CMEO	Concentration minimale ayant un effet observé		
MBBR	Bioréacteur à lit mobile		

Table des matières

1.0	Résumé de l'atelier	2
2.0	Introduction et but de l'atelier	6
2.1	Objectifs de l'atelier	6
2.2	Organisation de l'atelier	7
3.0	Aperçu de l'état de la science	8
3.1	Exposition de l'environnement et activités de surveillance	8
3.2	Effets des PPSP sur les écosystèmes aquatiques	10
3.3	Réduction de l'exposition humaine et environnementale aux PPSP	15
3.4	Évaluation des risques environnementaux	18
3.5	Activités internationales et industrielles	19
3.6	Activités provinciales et municipales	20
4.0	Directions de la recherche et des politiques en matière de PPSP dans l'environnement canadien	24
4.1	Effets des PPSP dans l'environnement canadien	24
4.2	Approches de la gestion des risques	27
4.3	Développement d'un réseau de surveillance	29
4.4	Élaboration d'un répertoire de l'information et des activités	30
4.5	Élaboration d'un cadre cohérent pour les analyses chimiques	30
5.0	Aperçu des enjeux en matière de politiques et de gestion	32
5.1	Épuration des eaux usées	32
5.2	Traitement de l'eau potable	33
5.3	Contrôle à la source, utilisation prudente et séparation à la source	34
5.4	Gestion des biosolides et meilleures pratiques de gestion agricole (MPG)	36
6.0	Conclusions de l'atelier	37
7.0	Références et ouvrages recommandés	38
	Annexe A : Programme de l'atelier	40
	Annexe B : Liste des participants	42
	Annexe C : Résumés des affiches	48

1.0 Résumé de l'atelier

Nous savons maintenant depuis plus de 20 ans que les produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) sont rejetés dans l'environnement. Toutefois, c'est seulement depuis 10 ans que nous avons des méthodes d'analyse suffisamment sensibles pour nous permettre d'identifier et de quantifier leur présence dans les effluents des stations d'épuration des eaux usées (SEEU), les eaux de surface, l'eau potable, les eaux souterraines, les biosolides, les fumiers agricoles et le biote. La présence de PPSP dans l'environnement est devenue un problème de société, mais la science qui en étudie l'exposition et les conséquences est encore rudimentaire.

En 2002, Environnement Canada et Santé Canada ont organisé un atelier multilatéral qui traitait du thème suivant « Évaluation et gestion des produits pharmaceutiques et des produits d'hygiène et de beauté dans l'environnement canadien » et visait à définir les principaux besoins en matière de recherche et de gestion des risques. Cet atelier a permis de définir une première série de priorités de recherche ainsi que de nouvelles orientations politiques, notamment la mise en oeuvre d'un « Programme scientifique national » axé sur les problèmes émergents posés par les PPSP dans l'environnement. En 2004, il y a eu un second atelier multilatéral, organisé par Environnement Canada, Santé Canada, le ministère de l'Environnement de l'Ontario, Agriculture et Agroalimentaire Canada et le Réseau canadien de l'eau. Cet atelier intitulé « Vers un réseau de surveillance : Atelier technique sur les PPSP dans l'environnement » a permis d'examiner de manière approfondie trois domaines de recherche sur les PPSP (les méthodes d'analyse, les échantillons et les effets) et de recommander des stratégies permettant de mettre en oeuvre le programme de recherche de 2002. Les recommandations de cet atelier portaient essentiellement sur la nécessité de renforcer les partenariats nationaux et internationaux et d'améliorer le transfert des connaissances dans son ensemble.

Ces ateliers ont servi de catalyseurs à la recherche canadienne sur la présence de PPSP dans l'environnement du Canada et sur leurs effets, et des efforts considérables ont été déployés pour déterminer si les PPSP représentaient un risque pour l'environnement et pour la santé humaine. Nous savons peu de choses sur les effets de ces substances sur les organismes non visés, dont beaucoup différent des mammifères pour ce qui est de la sensibilité de leurs récepteurs ainsi que des rôles que les diverses voies métaboliques jouent dans leur développement et leur reproduction. Les résultats finaux, comme les modifications au niveau du comportement neurologique peuvent être très subtils, mais néanmoins mener à des conséquences imprévues et profondes sur les populations non visées. Les recherches en laboratoire continuent de montrer qu'un seul composé, à des concentrations similaires à celles retrouvées dans l'environnement, a des effets sur différents organismes aquatiques. Cependant, nous ne savons pas comment ces résultats se traduisent dans la complexité des mélanges et des conditions environnementales. Des méthodes d'analyse ont été mises au point pour une grande variété de composés, et des normes étiquetées sont devenues disponibles dans le commerce, ces cinq dernières années. Toutefois, des expériences à grande échelle portant sur la comparaison des méthodes et leur validation, dans le but d'améliorer l'exactitude et la précision des mesures quantitatives, n'ont pas encore été réalisées. On est en train d'examiner des méthodes pour réduire l'exposition de l'environnement aux PPSP, en particulier par le biais de l'évacuation des eaux usées et de l'épandage de biosolides et de fumier sur le sol. Néanmoins, les stratégies de gestion des risques ainsi que les meilleures pratiques de gestion (MPG) ne sont pas entièrement au point. Les effets environnementaux, la mesure des quantités exactes et des solutions alternatives en matière de gestion des risques constituent les éléments essentiels permettant d'évaluer globalement les risques écologiques.

Le sujet du présent rapport est basé sur le troisième atelier national intitulé « Les produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) dans l'environnement du Canada : Les directions de la recherche et des politiques » qui s'est déroulé, du 5 au 7 mars 2007, à Niagara-on-the-Lake, en Ontario. L'atelier a été organisé par le ministère de l'Environnement de l'Ontario, Environnement Canada, Santé Canada, Agriculture et Agroalimentaire Canada, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, le Réseau canadien de l'eau et le Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau. Plus de 150 scientifiques et représentants des autorités

de réglementation de tout le Canada y ont participé. Cet atelier diffère des précédents en ce sens qu'il était ouvert à tous ceux qui s'intéressent aux PPSP dans l'environnement canadien. Les participants étaient des représentants des diverses parties concernées, notamment des municipalités, des organismes de réglementation provinciaux, des évaluateurs de risques du gouvernement fédéral, des associations de l'industrie pharmaceutique et de l'industrie du parfum, des experts-conseils en environnement, de la United States Environmental Protection Agency et des organisations non gouvernementales, ainsi que des chercheurs des secteurs public et universitaire.

Cet atelier a permis d'évaluer l'état actuel de la recherche au Canada sur les PPSP dans l'environnement, dans les secteurs public, universitaire et industriel. Les conférenciers ont donné un aperçu de l'exposition et de la surveillance de l'environnement, des effets des PPSP sur les écosystèmes aquatiques, des solutions alternatives pour réduire l'exposition humaine et environnementale, des besoins et des processus en matière d'évaluation des risques, des activités industrielles internationales et des activités provinciales et municipales.

L'objectif principal de l'atelier était d'établir les priorités en matière de recherche, de surveillance et de réglementation des PPSP. Les groupes de discussion dirigés ont travaillé sur cinq thèmes :

- 1 les effets des PPSP dans l'environnement canadien;
- 2 les approches en matière de gestion des risques;
- 3 le développement d'un réseau de surveillance;
- 4 la création d'un répertoire de l'information et des activités;
- 5 l'élaboration d'un cadre cohérent pour les analyses.

Ces groupes de travail ont dressé une liste des priorités et des principales mesures à prendre dans le but d'orienter les futures recherches sur les PPSP et de déterminer la voie que doit prendre le Canada dans ce nouveau domaine. Le sommaire des thèmes récurrents est présenté ci-dessous. De plus, le rapport donne un aperçu des questions stratégiques et de gestion

Le rapport sur cet atelier a pour but d'améliorer la communication dans cet important domaine. Les comptes rendus permettent d'avoir une compréhension commune de l'état de la science, aidant ainsi les chercheurs à établir les besoins en matière de recherche et à définir les possibilités de collaboration pour combler les lacunes au niveau des connaissances. En outre, ce rapport permettra aux organismes de financement de connaître les priorités de recherche dans ce domaine, et fournira aux gestionnaires une meilleure appréciation des difficultés actuelles de la recherche et des éventuelles questions de politique plus larges.

Recommandations et priorités

1 Effets des PPSP dans l'environnement au Canada

- L'utilisation de paramètres ultimes plus appropriés (chroniques) et de scénarios d'exposition est nécessaire pour procéder à une évaluation des impacts.
- On doit tenir compte des effets synergiques et cumulatifs, y compris faire l'évaluation du mode d'action.
- Il est nécessaire d'évaluer les effets potentiels à des concentrations similaires à celles trouvées dans l'environnement.
- Il faut examiner la sensibilité potentielle du cycle saisonnier et du cycle de reproduction de différentes espèces.
- On doit développer une capacité d'analyse plus grande, en ce qui a trait à la capacité des laboratoires et aux études sur le terrain pour pouvoir analyser une variété plus grande de composés parents et de produits de transformation.
- La priorité doit être donnée aux substances à surveiller dans l'environnement et à l'identification des espèces sentinelles (p. ex., les moules, les bivalves, les grenouilles, les insectes).

- D'autres études, axées sur le développement de bioindicateurs prometteurs des effets sur les individus, les populations et l'écosystème doivent être réalisées.
- Il est nécessaire de déterminer la dégradation, les préjudices et les impacts.
- Les études sur les effets doivent porter aussi sur les écosystèmes terrestres.
- Il est nécessaire d'évaluer l'incertitude entourant le développement d'une résistance microbienne aux antibiotiques dans l'environnement.
- La communication doit être élargie afin de pouvoir expliquer au public quels sont les effets environnementaux et ce que cela signifie pour eux. Cela suppose d'améliorer la diffusion de l'information, en particulier des données non officielles, comme l'information réglementaire ou l'information non publiée.
- Les composés pharmaceutiquement actifs et les produits de soins personnels doivent être évalués en tant que groupes de composés indépendants, en raison de leurs caractéristiques chimiques distinctes et de leurs modes d'utilisation différents.

2 Approches en matière de gestion des risques

- Il est nécessaire d'élaborer un programme de recherche coordonné à l'échelle nationale afin d'appuyer un programme de catégorisation réglementé.
- Quantifier les charges et les concentrations de PPSP afin de déterminer quelles sont les sources les plus importantes.
- Déterminer le rapport coût-efficacité des technologies de traitement conventionnelles et de pointe de l'eau potable, des eaux usées et des boues.
- Élaborer des MPG en matière d'épandage des biosolides et du fumier sur le sol afin d'atténuer la contamination hors-site et l'exposition des écosystèmes terrestres et aquatiques, et fournir de l'information détaillée sur la dissipation des composés.
- Évaluer les points principaux de surveillance de l'exposition de l'environnement et envisager une utilisation plus efficace de l'infrastructure existante pour la collecte des PPSP non voulus.
- Informer les professionnels de la santé et le public afin de les inciter à utiliser les PPSP de façon plus judicieuse, y compris envisager des formules de rechange pour les produits pharmaceutiques.
- Modifier les règlements actuels afin que les PPSP qui ont un faible volume de ventes passent obligatoirement par le processus d'évaluation des risques.

3 Développement d'un réseau de surveillance

Le réseau de surveillance doit comprendre un site Web divisé en fonction des thèmes suivants : les sources, les charges et les bilans massiques des bassins versants; le devenir de ces produits dans les SEEU; le devenir dans les stations de traitement des eaux; les concentrations dans les matrices environnementales (sédiments, eaux souterraines, eaux de surfaces, biote, etc.); l'évaluation du risque écologique et les rapports d'études de terrain sur les effets; l'évaluation des risques pour la santé humaine et les méthodes d'analyse.

Le but de ce site Web serait d'archiver les données existantes, de formuler des hypothèses, de soutenir les initiatives d'évaluation des risques et d'aider à coordonner la planification des recherches scientifiques. Une telle source d'information permettrait d'identifier les possibilités de collaboration, de prévenir les chevauchements inutiles et de fournir des données de référence. L'information générée par la surveillance doit être accessible aux scientifiques au moyen de portails sur le site Web. Les résultats interprétés et examinés par les pairs doivent être accessibles au public. Les futures étapes définies sont les suivantes :

- nommer des champions dans chaque région, enquêter sur les réseaux existants et examiner les différents modèles de sites Web;
- créer un comité directeur technique en vue d'orienter le processus (responsabilité du gouvernement fédéral).

4 **Création d'un répertoire de l'information et des activités**

Il serait utile d'avoir un répertoire pour compiler l'information technique (comme les propriétés toxicologiques, le devenir des composés et le Plan de gestion chimique (PGC) et l'information spécifique des médias), pour aider à l'évaluation des risques et pour identifier les lacunes au niveau des connaissances. On peut centraliser l'information en développant une base de données nationale spécialisée qui contiendrait : 1) les données sur le transport et le devenir; 2) des informations sur les projets de recherche, les participants à ceux-ci et les résultats; 3) les liens vers d'autres groupes et sites Web sur les PPSP; 4) des renseignements sur toutes les concentrations sans effet prévu (CSEP) et 5) des publications. L'étape suivante consistera à établir un comité directeur technique afin d'orienter le processus (responsabilité des provinces).

5 **Élaboration d'un cadre cohérent pour les analyses chimiques**

Au cours des discussions, les participants ont déterminé qu'il était nécessaire de mettre au point des méthodes d'analyses précises et exactes qui couvrent une grande variété de composés parents et de métabolites des PPSP dans les eaux de surface, les eaux souterraines, les eaux usées, l'eau potable, les sédiments, les boues, les biosolides, les fumiers et le biote, et d'accroître la capacité des laboratoires dans tout le Canada. Les discussions qui ont eu lieu durant l'atelier ont également mené à la recommandation d'un cadre de travail, conçu en vue de réaliser ce qui suit :

- un compendium de méthodes qui dépend d'une matrice;
- un mécanisme pour communiquer les méthodes et la validation respective de ces méthodes, ainsi que les données de l'AQ et du CQ;
- un énoncé des objectifs de qualité des données afin de caractériser la méthode de l'AQ et du CQ et les exigences concernant les données nécessaires à la validation;
- des critères de rendement afin d'assurer la qualité constante des données lors des analyses d'échantillons systématiques.

Conclusion

L'atelier national sur les « Produits pharmaceutiques et de soins personnels dans l'environnement du Canada : Directions de la recherche et des politiques » a été très fructueux, si l'on tient compte du nombre et de la diversité des participants, des discussions animées et de la rétroaction positive. Ce qui est ressorti de toutes les discussions, c'était l'importance de la communication entre les chercheurs, les estimateurs des risques, les autorités de réglementation, les gestionnaires chargés des eaux usées et le public. La création d'un « centre d'échanges » centralisé, consacré à la recherche et à la gestion des données a été recommandé afin d'améliorer la communication et l'échange d'information. Afin de continuer à avancer sur cette question et d'améliorer les relations entre les parties concernées, il a également été recommandé d'organiser un atelier de suivi en février 2009.

2.0 Introduction et but de l'atelier

Nous savons maintenant depuis plus de 20 ans que les produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) peuvent être rejetés dans l'environnement. Toutefois, c'est seulement depuis 10 ans que nous avons des méthodes d'analyse suffisamment sensibles pour nous permettre d'identifier et de quantifier leur présence dans les effluents des stations d'épuration des eaux usées (SEEU), les eaux de surface, l'eau potable, les eaux souterraines, les biosolides, les fumiers agricoles et le biote. Le problème des PPSP dans l'environnement a été établi en lien avec le public, mais la science en la matière est encore émergente.

En 2002, Environnement Canada et Santé Canada ont organisé un atelier multilatéral intitulé « Évaluation et gestion des produits pharmaceutiques et des produits d'hygiène et de beauté dans l'environnement canadien » et visant à définir les principaux besoins en matière de recherche et de gestion des risques. Cet atelier a rassemblé des scientifiques et des experts en matière de stratégies des gouvernements canadien, européen et américain et d'organisations non gouvernementales. Il a donné lieu à la définition d'une première série de priorités de recherche ainsi qu'à de nouvelles orientations stratégiques, notamment avec la mise en oeuvre d'un « Programme scientifique national » axé sur les problèmes émergents des PPSP dans l'environnement.

En 2004, il y a eu un second atelier multilatéral organisé par Environnement Canada, Santé Canada, le ministère de l'Environnement de l'Ontario, Agriculture et Agroalimentaire Canada et le Réseau canadien de l'eau. Cet atelier, intitulé « Vers un réseau de surveillance : Atelier technique sur les PPSP dans l'environnement », a permis d'examiner de manière approfondie trois domaines de recherche sur les PPSP (les méthodes d'analyse, les échantillons et les effets) et de recommander des stratégies afin de mettre en oeuvre le programme de recherche de 2002. Les recommandations résultant de cet atelier ont mis l'accent sur la nécessité de renforcer les partenariats nationaux et internationaux et d'améliorer le transfert de l'ensemble des connaissances.

Ces ateliers ont servi de catalyseurs à la recherche canadienne sur la présence de PPSP dans l'environnement du Canada et leurs effets, et des efforts considérables ont été déployés afin de déterminer si les PPSP présentaient un risque pour l'environnement et pour la santé humaine. Nous savons peu de choses sur les effets de ces substances sur les organismes non visés, dont beaucoup différent des mammifères pour ce qui est de leurs récepteurs sensitifs ainsi que des rôles que les diverses voies métaboliques jouent dans leur développement et leur reproduction. Les résultats finaux, comme les changements au niveau du comportement neurologique peuvent être très subtils, mais néanmoins mener à des conséquences non prévues et profondes sur les populations non visées. Les expériences effectuées en laboratoire continuent de prouver qu'un seul composé a des effets sur différents organismes, et ce, à des concentrations similaires à celles présentes dans l'environnement. Cependant, nous ne savons pas comment ces résultats se traduisent dans la complexité des mélanges et des conditions environnementales. Des méthodes d'analyse ont été mises au point pour une grande variété de composés, et des normes étiquetées sont devenues disponibles dans le commerce, ces cinq dernières années. Toutefois, des expériences à grande échelle portant sur la comparaison des méthodes et leur validation afin d'améliorer l'exactitude et la précision des mesures quantitatives n'ont pas encore été réalisées. On est en train d'étudier les méthodes pour réduire l'exposition de l'environnement aux PPSP, en particulier par le biais de l'évacuation des eaux usées et de l'épandage de biosolides et de fumier sur le sol. Néanmoins, les stratégies en matière de gestion des risques ainsi que les meilleures pratiques de gestion (MPG) ne sont pas entièrement au point. Les effets environnementaux, la mesure des quantités exactes et des solutions alternatives en matière de gestion des risques constituent les éléments essentiels permettant d'évaluer globalement les risques écologiques. L'atelier de 2007 a été organisé afin d'étudier l'état actuel tant de la science que des aspects stratégiques en matière de PPSP dans l'environnement canadien.

2.1 Objectifs de l'atelier

L'objectif de cet atelier de trois jours, intitulé « Les produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) dans l'environnement du Canada : Directions de la recherche et des politiques », était de poursuivre les discussions nationales sur les priorités en matière de recherche, l'évaluation des

risques et les approches de gestion des risques concernant les PPSP dans l'environnement du Canada. En particulier, les objectifs étaient les suivants :

- 1 élaborer un recueil sur l'état de la science ;
- 2 établir la liste des priorités en matière de recherche, les questions stratégiques et les mesures à prendre;
- 3 déterminer les occasions de partenariats possibles afin de combler les lacunes au niveau des connaissances.

Les conférenciers invités ont fait une série d'exposés sur l'état de la recherche et de la science sur les PPSP au Canada, sur les dernières découvertes relatives à l'évaluation des effets sur l'environnement et sur la santé ainsi que sur les approches de gestion des risques concernant les PPSP. Les résumés de ces exposés sont présentés dans la section « Aperçu de l'état de la science ». De plus, tous les participants ont été invités à présenter des affiches illustrant de façon détaillée leurs activités de recherche. Les résumés de ces affiches et les coordonnées des personnes-ressources sont à l'annexe C. La voie à suivre en ce qui concerne les PPSP, du point de vue de l'élaboration de stratégies et de la recherche, a été discutée lors de séances en petits groupes. Le présent document présente un recueil de l'état de la science, tel que présenté par les conférenciers, ainsi qu'un résumé des discussions sur la recherche scientifique et les questions relatives à l'élaboration de stratégies.

2.2 Organisation de l'atelier

L'atelier a été parrainé par le ministère de l'Environnement de l'Ontario, Environnement Canada, Santé Canada, Agriculture et Agroalimentaire Canada, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, le Réseau canadien de l'eau et le Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau.

Il a été organisé par un comité de planification composé des personnes suivantes :

Sonya Kleywegt	Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement de l'Ontario
Shirley Anne Smyth	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada
Andrew Beck	Bureau de l'évaluation et du contrôle des substances nouvelles, Santé Canada
Edward Topp	Programme national de santé environnementale, Agriculture et Agroalimentaire Canada
Michael Payne	Direction de la gestion des éléments nutritifs, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
Joanne Parrott	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada
Karl Schaefer	Liaison sciences et technologie, Environnement Canada
Sean Backus	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada
Paul Yang	Direction des services de laboratoire, ministère de l'Environnement de l'Ontario
Shahram Tabe	Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement de l'Ontario
Alison McLaughlin	Bureau de l'évaluation et du contrôle des substances nouvelles, Santé Canada
Jenn Dykeman	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada
Rodney McInnis	Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada

L'atelier s'est déroulé, du 5 au 7 mars 2007, au Queen's Landing Inn, à Niagara-on-the-Lake, en Ontario (Canada). Plus de 150 scientifiques et représentants des autorités de réglementation de tout le Canada y ont participé. Le programme comprenait des conférences, des séances de présentations par affiches et des séances en petits groupes avec la possibilité de lancer des discussions et des questions ouvertes.

3.0 Aperçu de l'état de la science

Plusieurs conférenciers ont expliqué l'état actuel de la science et de la recherche sur les PPSP dans l'environnement canadien.

3.1 Exposition de l'environnement et activités de surveillance

Déterminer l'exposition des écosystèmes aux PPSP requiert des méthodes d'analyse pour quantifier les concentrations dans les matrices environnementales et des données de surveillance suffisantes, en termes de composés, de matrices et d'emplacements géographiques, afin de définir l'étendue et la gravité relative de l'exposition. Les méthodes d'analyse se sont considérablement développées ces cinq dernières années, tant au niveau de la sensibilité que de l'exactitude et du nombre de composés et de matrices pour lesquels des méthodes ont été mises au point. Les programmes nationaux de surveillance ont été élargis afin d'inclure les PPSP et de mieux comprendre leur répartition et leur persistance. Cependant, ces travaux sont loin d'être concluants. Les exposés sur l'état actuel des activités environnementales et de surveillance ont permis d'obtenir de l'information générale afin d'orienter les discussions sur les besoins et les priorités à venir dans ce domaine.

Le Dr Mark Servos, directeur scientifique du Réseau canadien de l'eau, a parlé de la présence des PPSP dans l'environnement canadien, des progrès réalisés depuis l'atelier de 2002, et a émis ses recommandations pour les orientations futures en matière de recherche.

Au cours des cinq dernières années, des efforts considérables ont été déployés dans tout le Canada pour faire face à l'exposition de l'environnement aux PPSP. On s'intéresse à ce groupe de nouveaux produits chimiques préoccupants en raison des progrès en chimie analytique, de l'identification des effets possibles, difficilement perceptibles à de très faibles concentrations, et du fait que l'on admet qu'ils peuvent être des contaminants généralisés de l'environnement. De nombreux produits pharmaceutiques neutres et acides, les antibiotiques et les produits de soins personnels (comme les parfums synthétiques à base de musc) sont largement répandus dans les effluents des stations d'épuration municipales au Canada, les eaux de surface et l'eau potable. De plus, de nombreux médicaments vétérinaires et produits de soins pour animaux ont été détectés dans les bassins hydrographiques agricoles. Les procédés de traitement ont un effet sur l'élimination de la plupart des PPSP des eaux usées et de l'eau potable, mais de nombreux composés comme la carbamazépine sont extrêmement persistants et ont été retrouvés dans des eaux traitées et prêtes à la mise en bouteilles et dans des eaux usées. L'oxydation avancée (p. ex, par l'ozone) et la filtration (nanofiltration) sont capables d'éliminer bon nombre de ces composés, mais elles ne sont pas utilisées partout. Des études réalisées à échelle préindustrielle et à grande échelle ont prouvé que le traitement avancé pouvait éliminer ou réduire nombre de ces composés. Malgré les efforts considérables déployés, le risque potentiel et l'importance de ces composés dans l'environnement n'ont pas encore entièrement mesurés.

Sean Backus, de la Surveillance de la qualité de l'eau de l'Ontario, Environnement Canada, a donné un aperçu des activités de surveillance réalisées par Environnement Canada en ce qui concerne les PPSP dans l'environnement.

La Direction générale de la science et de la technologie d'Environnement Canada a réalisé des activités scientifiques dans le but de fournir des connaissances, de l'information et des données de grande

qualité qui permettent aux décideurs d'améliorer la santé et la sécurité des Canadiens, de protéger la qualité de l'environnement naturel et d'améliorer la compétitivité à long terme du Canada.

Les produits pharmaceutiques et les produits de soins personnels (PPSP), qui constituent une vaste classe de produits chimiques organiques, ont été désignés comme contaminants émergents, car ils sont rejetés ou évacués dans l'environnement de manière continue à partir des eaux usées domestiques et industrielles, notamment des fosses septiques, des décharges et des eaux de ruissellement.

Le Ministère a effectué diverses études environnementales sur les PPSP. Elles comprennent des évaluations scientifiques et des évaluations de risques réalisées en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE), notamment le RRSN; une planification stratégique en matière de science et de technologie et l'établissement de priorités; des études sur les processus atmosphériques; des études de la faune et des paysages; et la surveillance de la qualité de l'eau et des recherches sur celle-ci.

Étant donné que les voies d'entrée principales des PPSP dans l'environnement sont les eaux usées et les déchets domestiques comme les stations d'épuration des eaux usées municipales (SEEU) ainsi que les fosses septiques, le rejet via les déchets urbains dans les décharges qui s'introduisent dans les eaux souterraines, et les eaux d'orages qui viennent de sources résidentielles, la plupart des études scientifiques réalisées par le Ministère ont porté sur la qualité et la surveillance de l'eau ainsi que sur la recherche en la matière. Cette initiative comprenait des études de surveillance de la répartition des produits pharmaceutiques acides et neutres et des médicaments vétérinaires dans le bassin des Grand Lacs, le bassin du fleuve Fraser, les bassins hydrographiques des Prairies, les systèmes fluviaux (fleuve Saint-Laurent) et dans les eaux de mer et des bassins versants côtiers de l'Est canadien. Des études scientifiques ont également porté sur le devenir et les effets des effluents de PPSP, en utilisant l'expression génétique des poissons, le transport et la persistance des antibiotiques dans l'environnement liée à la production porcine, les effets des antibiotiques sur les algues et les bactéries dans les terres humides des Prairies, la santé de la reproduction des poissons en aval des PPSP, les effets de certains PPSP sur la *Hyalella azteca* et les cycles de vie des têtes-de-boules, pour n'en nommer que quelques-unes. Les travaux et les défis futurs viseront la mise en place d'une surveillance intégrée de l'environnement et la capacité de prédiction en vue de résoudre le problème des PPSP dans l'environnement.

Le Dr Chris Metcalfe, professeur au Department of Environmental and Resource Studies de l'Université Trent, a parlé de l'état actuel des méthodes d'analyse des PPSP dans les matrices environnementales.

Les PPSP qui ne sont pas rapidement dégradés dans les SEEU peuvent rester dissous dans la phase aqueuse des effluents des eaux usées ou se lier aux biosolides. La voie la plus directe de rejet des PPCP dans l'environnement se fait par l'évacuation des effluents des SEEU dans les eaux de surface. Les biosolides contenant des PPSP peuvent se retrouver dans les décharges ou être épandus sur des terres agricoles lors de l'amendement des sols, d'où ces composés peuvent alors être transportés par ruissellement dans les eaux de surface avoisinantes ou s'introduire dans les eaux souterraines sous-jacentes. La méthode la plus largement utilisée pour analyser les PPSP présents dans les matrices environnementales est la chromatographie en phase liquide en parallèle avec la spectrométrie de masse (LC-MS/MS). Toutefois, il existe plusieurs difficultés d'analyse associées à l'utilisation de l'instrumentation LC-MS/MS, notamment les « effets matriciels » qui réduisent ou rehaussent le signal en raison de l'extraction simultanée des produits dans la matrice de prélèvement. La source d'ionisation par électrobulbation (ESI) est sensible à la suppression des ions, et nos récentes études ont montré que l'ionisation chimique à pression atmosphérique (c.-à-d. l'APCI) était plus sensible au rehaussement du signal. Les solutions analytiques pour remédier à ces difficultés incluent le nettoyage efficace des extraits, l'utilisation de volumes à injection faible et le calibrage, à l'aide de la méthode des « additions connues » ou des substituts d'isotopes stables. Ces méthodes ont été utilisées pour analyser les PPSP dans des matrices environnementales complexes, notamment pour l'analyse d'inhibiteurs du recaptage de la sérotonine dans les tissus des poissons et pour l'analyse des médicaments bêtabloquants dans les eaux usées urbaines et les biosolides.

3.2 Effets des PPSP sur les écosystèmes aquatiques

L'essentiel du problème des PPSP dans l'environnement canadien tient au risque qu'une exposition à long terme à de faibles taux de résidus de PPSP ait des effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques et terrestres et/ou sur la santé humaine. Les recherches sur les effets ont couvert un vaste éventail d'activités; depuis l'observation au niveau moléculaire sur la régulation positive-négative des gènes jusqu'à l'observation de la croissance et de la reproduction d'une espèce de poissons à la suite d'une exposition à un composé dans des conditions contrôlées. Les conférences sur l'état actuel des recherches sur les effets des PPSP ont permis d'obtenir de l'information générale qui orientera les discussions sur les besoins et les priorités à venir dans ce domaine.

Le Dr Karl Fent, professeur à l'Université des Sciences Appliquées de Muttenz (Suisse), a donné un discours-programme sur le thème « Les effets des produits pharmaceutiques et des composés absorbant les ultraviolets (filtres UV) dans l'environnement aquatique ».

La toxicité chronique et les effets potentiels, difficilement perceptibles, des produits pharmaceutiques sont encore très peu connus. Dans mon exposé, j'examine de façon critique les connaissances actuelles sur les effets des produits pharmaceutiques destinés à l'usage humain dans l'environnement et je réponds à plusieurs questions (Fent et al. 2006a). Quels types de produits pharmaceutiques sont présents dans l'environnement aquatique et quelles en sont les concentrations? Quelles sont les modes d'action de ces composés chez les êtres humains et ont-ils les mêmes cibles chez les animaux inférieurs? Quels effets écotoxicologiques, précis et chroniques, sont déclenchés par les produits pharmaceutiques et les mélanges de ces derniers? Quelles sont les concentrations effectives, et y a-t-il un lien avec les niveaux dans l'environnement? J'explique que nous ne savons que très peu de choses sur les effets à long terme des produits pharmaceutiques sur les organismes aquatiques, en particulier au sujet des cibles biologiques. En ce qui concerne la majorité des médicaments analysés, destinés à l'usage humain, des effets aigus sur les organismes aquatiques sont peu probables, excepté en cas de déversements. En outre, l'étude des concentrations minimales ayant un effet chronique observé (CMEO) des produits pharmaceutiques sur des organismes réglementés de laboratoire, a révélé que celles-ci sont deux fois plus élevées que les concentrations maximales présentes dans les effluents des SEEU. Cependant, concernant le diclofénac, les CMEO de toxicité chez les poissons sont du même ordre que les concentrations retrouvées dans les SEEU, tandis que les CMEO de propranolol et de fluoxétine dans le zooplancton et les organismes benthiques sont proches des concentrations maximales mesurées dans les effluents des SEEU. Nous n'avons pratiquement à notre disposition aucune étude écotoxicologique ciblée; de telles études sont pourtant nécessaires pour obtenir un meilleur système global d'évaluation des risques présentés par les produits pharmaceutiques. En utilisant les systèmes de levure recombinante, nous avons montré que certains produits pharmaceutiques indiquaient une activité oestrogénique *in vitro* (Fent et al. 2006b). Nous avons évalué la cytotoxicité *in vitro* de 34 produits pharmaceutiques de différentes classes et de différents modes d'action. Une cytotoxicité a été trouvée dans 21 des produits avec des valeurs de CE-50 (concentration efficace 50) allant de 2,1 μM (doxorubicine) à 8,66 mM (acide salicylique). Une bonne corrélation avec le $\log D_{ow}$ et entre les données *in vitro* et les données *in vivo* a été trouvée pour la *Daphnia*. Nous avons découvert que les dosages *in vitro*, en utilisant des lignées cellulaires, conviennent bien pour le premier criblage de la toxicité aiguë *in vivo* des produits pharmaceutiques (Caminada et al. 2006). De plus, nous avons montré que les agents hypolipidémiques, à des concentrations raisonnables, ne réduisaient pas la reproduction de la *Daphnia*. Actuellement, nous analysons les caractéristiques des effets biochimiques sur les systèmes cellulaires des poissons et sur les poissons, en plus des résultats finaux de toxicité classique.

Des filtres UV ont été détectés dans les eaux de surface, les eaux usées et les poissons, et certains d'entre eux sont oestrogéniques chez les poissons. Actuellement, nous ne savons que peu de choses concernant leurs activités hormonales additionnelles sur les différents récepteurs hormonaux. Nous avons analysé systématiquement les activités oestrogéniques, antioestrogéniques et androgéniques de 18 filtres UV et d'un métabolite *in vitro* à des concentrations non cytotoxiques avec des systèmes de levure recombinante qui transportent soit des

oestrogènes d'origine humaine (hER) soit des récepteurs androgènes (hAR). Les 19 composés ont déclenché des activités hormonales, et de façon inattendue, la plupart ont déclenché de multiples activités. Nous avons trouvé 10 filtres UV ayant des effets agonistiques relativement aux hER. Curieusement, 6 filtres UV ont montré des activités androgéniques et nombre d'entre eux ont montré des activités antioestrogéniques et antiandrogéniques. (Kunz and Fent, 2006). Les mélanges des filtres UV indiquent, dans la plupart des cas, des interactions synergétiques (Kunz and Fent 2006b). Le filtre UV 3-benzylidène camphre (3BC) s'est révélé, *in vitro* et *in vivo*, oestrogénique chez les poissons (Kunz et al. 2006a). Après une période de pré-exposition de 21 jours, les têtes-de-boules matures pour la reproduction ont été exposés à des concentrations croissantes de 3BC pendant 21 jours selon une procédure de renouvellement intermittent. Le 3BC a affecté la reproduction proportionnellement aux doses administrées : peu d'effets sur la fécondité à $3 \mu\text{g/L}$, une baisse significative de la reproduction à $74 \mu\text{g/L}$ et un arrêt de la reproduction à $285 \mu\text{g/L}$. Le 3BC s'est accumulé dans les poissons selon un facteur de bioconcentration de 313. La démasculinisation proportionnelle aux doses administrées au niveau des caractéristiques sexuelles secondaires des poissons mâles et l'induction liée à la dose de vitellogénines plasmatiques se sont produites, de façon significative à une dose de $74 \mu\text{g/L}$. Le 3BC a eu un effet en profondeur, proportionnellement aux doses administrées, sur l'histologie des gonades mâles et femelles des poissons à partir de $3 \mu\text{g/L}$ et au-delà. À 74 et $285 \mu\text{g/L}$, le développement de l'ovocyte et du spermatoocyte a été inhibé dans les gonades mâles et femelles. Nos études indiquent une activité oestrogénique des filtres UV et des effets importants du filtre UV 3BC commun sur la fertilité, le développement des gonades et la reproduction des poissons après une courte exposition qui peut avoir des conséquences négatives sur les niveaux de population (Kunz et al. 2006b).



Certaines mesures des produits chimiques des filtres UV ont été effectuées, comme le benzophénone, dans des eaux usées traitées, en Suisse et en Californie. Une étude effectuée sur la boue d'eaux d'égouts urbaines a montré des concentrations de certains filtres UV dans des proportions allant de 1 à 6 mg/kg de matière sèche. Des concentrations ont également été trouvées dans des poissons, notamment certains facteurs de bioconcentration de 300 à 500, ainsi que d'autres composés dans des concentrations plus élevées.

Le Dr François Gagné, de la Recherche sur la protection des écosystèmes aquatiques à Environnement Canada, a présenté une étude des stratégies actuelles et nouvelles pour évaluer les effets toxicologiques des PPSP sur les espèces aquatiques.

Les produits pharmaceutiques, de soins personnels et vétérinaires, qui ont été trouvés dans les eaux usées et les eaux de surface, sont susceptibles de contaminer l'environnement aquatique, y compris les eaux souterraines. Les espèces sentinelles aquatiques qui bioaccumulent certains de ces produits restent à identifier, mais des études sur les moules et les plantes ont montré que certains antibiotiques s'accumulent de façon importante dans les tissus. Des tests en laboratoire ont été menés avec un certain succès sur plusieurs espèces aquatiques, comme des bactéries, des plantes, des invertébrés (mollusques et arthropodes) et des poissons, en utilisant des médicaments courants, aussi bien seuls qu'en mélange. Ces tests de toxicité indiquent généralement que des effets létaux aigus sont peu susceptibles de se produire dans l'environnement, mais que des effets chroniques ou à long terme sont possibles. Afin de mesurer les effets des produits pharmaceutiques et de soins personnels, deux types de biomarqueurs ont été proposés. La pre-

mière classe regroupe les biomarqueurs d'intégration; ce sont des biomarqueurs choisis pour leur pertinence écologique car ils intègrent les effets des médicaments, comme le stress oxydatif et les dommages à l'ADN. Les biomarqueurs dont on a pu démontrer la capacité de prévoir les changements tant à un niveau individuel qu'au niveau d'une population et qui réagissent à ces produits sont particulièrement utiles pour pouvoir prendre en compte les effets finaux de la pollution sur les organismes aquatiques sauvages. La deuxième classe regroupe les biomarqueurs de cibles des médicaments spécifiques. Ils permettent de mesurer l'état et l'intégrité des cibles des médicaments susceptibles de nuire à la santé et à la reproduction des organismes. Par exemple, la synthase prostaglandine produit des prostaglandines nécessaires à la fraye des bivalves, et son activité peut être bloquée par les anti-inflammatoires non stéroïdiens, comme l'acétylsalicylate et l'ibuprofène.

Enfin, deux études de cas sont présentées en vue d'illustrer l'utilisation des biomarqueurs pour évaluer les interactions des cibles des médicaments et les dommages aux tissus des espèces aquatiques. Dans la première étude, des cultures primaires d'hépatocytes de truite arc-en-ciel ont été utilisées pour évaluer la cytotoxicité de la carbamazépine (médicament trouvé couramment dans les eaux usées urbaines à des concentrations de l'ordre du $\mu\text{g/L}$), après exposition à 18°C, durant 48 h. Les résultats indiquent que la carbamazépine induit l'activité des cytochromes P4503A4 et 2B6 (benzyl éther résorufine comme substrat), enzymes de biotransformation connues pour cette classe de médicaments (iminostilbènes) et qu'elle est fortement corrélée à la peroxydation lipidique et à la viabilité cellulaire à des concentrations similaires à celles retrouvées dans l'environnement. On considère que la peroxydation lipidique et la viabilité cellulaire sont des biomarqueurs d'intégration, alors que l'activité du cytochrome P4503A4/2B6 est un biomarqueur spécifique des cibles des médicaments. La deuxième étude de cas porte sur des carpes sauvages ayant survécu durant quatre ans dans un étang aéré qui traite un effluent municipal domestique. Les résultats montrent que l'activité de la dibenzylxyfluorescéine débenzylase (autre enzyme spécifique des substrats des cytochromes P450 3A4, 3A5 et 2C9) était facilement induite dans le surnageant postmitochondrial d'homogénats de foie. Le transport de la dopamine, qui dépend de l'ATP, dans des préparations de synaptosomes de tissus cérébraux était nettement réduit. L'augmentation des activités liées au cytochrome P450 et la réduction de l'absorption de la dopamine révèlent que les opiacés ont des effets pharmacologiques. Les résultats préliminaires indiquent que certaines espèces aquatiques pourraient accumuler des médicaments et que ces substances sont susceptibles de produire des effets nocifs sur les poissons. D'autres recherches seront nécessaires pour valider de tels biomarqueurs et pour établir la relation entre les modifications des cibles des médicaments et leurs concentrations résiduelles dans les tissus.

Le Dr Thomas W. Moon, professeur au département de Biologie et au Centre de recherche avancée en génomique environnementale de l'Université d'Ottawa, a discuté des effets environnementaux sur les écosystèmes d'eau douce.

Cet exposé porte sur les changements dans les données de base et les méthodes utilisées pour l'évaluation des effets des produits pharmaceutiques dans l'environnement au cours des cinq dernières années. Bien qu'un certain nombre de PPSP soient étudiés par des chercheurs universitaires, ce résumé vise principalement les fibrates et la fluoxétine, composé inhibiteur spécifique du recaptage de la sérotonine (ISRS) que l'on trouve couramment dans les effluents des eaux usées et dans les eaux de surface. Des études ont indiqué que les deux groupes agissaient sur les poissons comme des perturbateurs endocriniens affectant la production des stéroïdes sexuelles (testostérone et oestradiol) et du stress (cortisol). Étant donné que la synthèse des stéroïdes emprunte des voies communes, mais généralement des tissus différents, les outils pour leur étude sont similaires. Les fibrates sont des proliférateurs de peroxisomes (PP) et, en tant que tels, agissent par le biais d'un récepteur nucléaire, le récepteur activé par les proliférateurs de peroxisomes (PPAR) qui s'hétérodimérise avec le RXR (récepteur de l'acide X rétinolique, aussi un récepteur nucléaire) pour se lier aux éléments de réponse dans les régions promotrices des gènes sensibles aux PP.

Il a été démontré chez la carpe qu'un fibrate, le gemfibrozil, se bioconcentre dans le sang dans une proportion de 400 fois les concentrations trouvées dans l'environnement et réduit le niveau

de testostérone de 50 %. Pour comprendre le ou les mécanismes responsables d'un changement aussi important, les niveaux de transcrits des PPAR et d'autres composés dans la voie stéroïdogène ont été examinés. Des effets saisonniers importants ont été trouvés dans tous les paramètres étudiés, ce qui est probablement (bien que non définitif) lié au comportement de reproduction saisonnier de cette espèce. Nous avons également étudié la sécrétion de cortisol induit par l'ACTH en utilisant une préparation de cellules des surrénales d'une truite arc-en-ciel comme modèle qui pourrait être moins dépendante des saisons. En utilisant ce système, nous avons isolé les effets des fibrates sur les enzymes spécifiques dans la voie de synthèse du cortisol. Ce qui est curieux dans ces résultats, c'est qu'en utilisant une préparation similaire, d'autres chercheurs ont montré que le salicylate et l'ibuprofène n'agissaient pas sur les enzymes de la voie d'entrée, mais plutôt au niveau de l'entrée du cholestérol.

Nous avons aussi mis au point un test très sensible, avec des gènes rapporteurs issus de cellules de branchies de truites arc-en-ciel qui réagissent aux fibrates à des concentrations similaires à celles retrouvées dans l'environnement. Enfin, à l'aide d'un jeu ordonné d'échantillons d'ADN complémentaire, il a été démontré que la fluoxétine ne régule pas uniquement de façon positive ou négative un certain nombre de gènes importants, mais régule en particulier négativement l'isotocine. À l'aide de concepts similaires, on a observé que la fluoxétine réduisait le nombre d'œufs produits et l'expression de l'aromatase chez les poissons zèbres. Ces résultats démontrent que nous en savons beaucoup plus sur les mécanismes par lesquels les PPSP agissent sur les poissons, mais en même temps, nous avons des lacunes énormes ne nous permettant pas de comprendre les différentes sensibilités des espèces ou les réponses selon les saisons qui sont constatées et si celles-ci peuvent être liées spécifiquement aux cycles saisonniers de la reproduction, et le rôle des mélanges de produits chimiques, notamment les PPSP et leurs impacts. Il est de toute évidence nécessaire de réaliser d'autres études en utilisant des concentrations similaires de PPSP à celles retrouvées dans l'environnement, une approche toxicocinétique avec des composés parents et des métabolites et une approche multi-générationnelle, mais durant des laps de temps définies et à une exposition chronique, avant d'être en mesure de démontrer l'impact global des PPSP sur les organismes aquatiques, dont les poissons.

Le Dr Katsuji Haya, de la Division des sciences de l'environnement marin de Pêches et Océans Canada, a parlé des effets environnementaux des PPSP sur les écosystèmes marins.

La recherche canadienne portant sur les effets biologiques des PPSP sur les organismes marins est limitée. Voici quelques-uns des domaines qui font l'objet de recherches actives : l'exposition aux effluents urbains et industriels durant la migration des saumons vers la mer, l'exposition, sur le terrain et en laboratoire, aux effluents des eaux usées urbaines, et les effets environnementaux des déchets issus de l'aquaculture des saumons.

En laboratoire, de jeunes saumons de l'Atlantique ont été exposés à des concentrations sublétales de nonyphénol, d'oestradiol et de méthyltestostérone dans de l'eau douce, pendant une à deux semaines, en mai. Les saumons étaient alors adaptés à l'eau salée ambiante et élevés jusqu'en octobre. Les saumons exposés aux produits chimiques comptaient une plus grande proportion de petits poissons par rapport aux témoins. De même, de jeunes saumons en enclos flottants dans l'estuaire de Miramichi, au Nouveau-Brunswick, pendant une semaine, comptaient une plus grande proportion de petits poissons que ceux élevés



dans l'estuaire de Tabusintac, moins touché. De jeunes saumons ont été exposés au nonyphénol, marqués puis relâchés dans la rivière Burrishoole, en Irlande, en 2003 et 2004, et on surveille le retour des saumons adultes.

Des truites arc-en-ciel, des saumons coho et chinook, aux premiers stades de vie et au stade juvénile, ont été exposés à des concentrations d'eaux usées urbaines au point de rejet et à des concentrations similaires à celles retrouvées dans l'environnement, dans l'eau douce et dans l'eau salée. Les analyses des « produits chimiques émergents » ont été adaptées aux produits que l'on avait précédemment identifiés comme étant très préoccupants sur le plan des effets biologiques. L'analyse d'un jeu ordonné d'échantillons de gènes de produits chimiques a indiqué de manière significative une régulation positive-négative des gènes principaux; les modifications des gènes liés au système immunitaire et au métabolisme ont prédominé dans la réponse aux effluents d'eaux usées. Les résultats des analyses chimiques individuelles ne sont pas corrélés par les effets biologiques.

Des moules bleues ont été mises en panier d'élevage dans différents endroits à Pictou Harbour, au Nouveau-Brunswick, et à Burrard Inlet, en Colombie-Britannique. On a décelé une toxicité potentielle résultant des effluents d'eaux usées sur le système immunitaire et sur la résistance aux maladies. Les résultats indiquent que les eaux usées traitées et non traitées peuvent moduler le système immunitaire des moules bleues et que la plupart des paramètres immunologiques mesurés étaient sensibles à l'exposition et n'étaient pas différents des résultats observés à partir d'expériences réalisées en laboratoire.

On utilise des antibiotiques dans les opérations d'élevage des salmonidés et l'administration se fait au moyen de la nourriture, fortifiée par des antibiotiques. On a choisi l'oxytétracycline comme antibiotique pour l'élevage des salmonidés dans le Canada atlantique. La présence d'oxytétracycline a été observée dans des échantillons de sédiments collectés en dessous des enclos d'élevage des saumons et le long d'un transect de 100 m sous les enclos, probablement en raison des déchets de nourriture non consommée et des produits d'excrétion des saumons d'élevage. On a également observé des bactéries résistantes aux antibiotiques dans les sédiments. Il n'y a pas de corrélation entre les concentrations d'oxytétracycline et la présence de bactéries résistantes aux antibiotiques.

Le Dr Tom Edge, de la Recherche sur la protection des écosystèmes aquatiques d'Environnement Canada, a expliqué en quoi la résistance aux antibiotiques était un effet environnemental des PPS.

La propagation des entérobactéries résistantes aux antibiotiques est de plus en plus un problème de santé publique. Bien que les milieux hospitaliers et le secteur de la vente des aliments au détail sont reconnus de plus en plus comme des sources importantes de ces bactéries, on comprend moins bien encore l'importance de ces sources d'origine hydrique. De grandes quantités d'entérobactéries issues des matières fécales humaines et animales peuvent être rejetées dans les rivières et les lacs qui constituent les sources d'eau utilisées pour la consommation, les activités récréatives ou l'irrigation. Il est nécessaire de mieux comprendre la prévalence de la résistance aux antibiotiques de ces entérobactéries et l'importance de leur présence dans les écosystèmes aquatiques. Le potentiel des analyses de la résistance aux antibiotiques pour le dépistage des sources microbiennes de la pollution fécale requiert aussi d'autres investigations. *Escherichia coli* est une entérobactérie utile pour l'étude de la résistance aux antibiotiques en raison de son adaptation aux différents tractus gastro-intestinaux des humains et des animaux à sang chaud, et elle est de plus exposée facilement à une variété de traitements médicaux et antibiotiques vétérinaires. En outre, de nombreuses décisions prises dans tout le Canada sur la qualité microbienne de l'eau reposent sur cette bactérie. Nous avons trouvé que les bactéries *E. coli* provenant de sources d'eaux usées urbaines présentaient généralement un niveau plus élevé de résistance aux antibiotiques que celles issues des déjections d'animaux domestiques ou sauvages. Dans certains cas, ces résultats peuvent être utilisés à des fins de dépistage des sources microbiennes afin de déterminer la source de pollution fécale dans les écosystèmes aquatiques. L'analyse de la résistance aux antibiotiques pour le dépistage des sources semble donner de bons résultats parce que les effets des antibiotiques se produisent principalement au point d'utilisation dans le tractus gastro-intestinal plutôt qu'après une exposition à des niveaux faibles d'antibiotiques dans les écosystèmes aquatiques. Nous avons détecté des bactéries *E. coli* dans les eaux récréatives du lac

Ontario qui sont résistantes aux antibiotiques, à un niveau critique du point de vue clinique, bien qu'elles ne semblent pas être courantes d'après les observations préliminaires. D'autres recherches seront nécessaires afin de déterminer avec précision l'importance des bactéries résistantes aux antibiotiques dans les eaux non traitées utilisées pour la consommation (p. ex. l'eau des puits), les activités récréatives et l'irrigation des cultures vivrières.

3.3 Réduction de l'exposition humaine et environnementale aux PPSP

Le Dr Saad Jasim est directeur général du Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau. Il a parlé de la présence des PPSP et des pesticides dans les sources d'approvisionnement en eau, et de l'efficacité des technologies d'élimination dans le traitement de l'eau potable.

Des rapports de divers groupes de scientifiques font état de préoccupations concernant les traces de médicaments qui pourraient se retrouver dans l'eau du robinet. La présence et le devenir des PPSP dans les eaux de surface provenant de sources urbaines constituent l'un des problèmes émergents majeurs en chimie environnementale. Au moins 80 PPSP (analgésiques, antibiotiques, antiépileptiques, antidépresseurs et régulateurs des lipides plasmatiques) ont été identifiés dans les débits sortants des SEEU et des eaux de surface, et ce, partout dans le monde. Toutefois, nombre de ces PPSP demeurent non identifiés. De plus, nous ne savons que peu de choses sur le devenir, la caractérisation et la quantification aux points d'eau potable. Dans les évacuations des effluents d'eaux usées, des PPSP et des composés perturbateurs du système endocrinien (CPSE) peuvent être présents. Cela résulte d'une élimination incomplète durant le traitement, des eaux usées mélangées, des débordements des eaux d'orage, des connexions illégales ou de fuites dans les fosses septiques. D'autres contaminations de sources ponctuelles peuvent venir des usines de produits pharmaceutiques. Les pratiques agricoles peuvent également constituer une part importante des sources non ponctuelles de PPSP et de CPSE. Des antibiotiques vétérinaires ont été détectés dans des eaux de surface, à proximité d'une exploitation porcine en milieu confiné et à grande échelle, dans l'Iowa. On a également découvert que certains produits pharmaceutiques s'introduisaient dans le sous-sol et dans les eaux souterraines.

Bien que les médicaments soient conçus pour un mode d'action spécifique, on prévoit qu'ils auront divers effets sur des récepteurs non ciblés, et peuvent provoquer des effets néfastes dans un organisme cible. La résistance aux antibiotiques est la question qui retient le plus l'attention, parce qu'une grande partie des antibiotiques quittent le corps et finissent dans les eaux réceptrices. Nous ne savons pas à partir de quels niveaux ils deviennent toxiques, particulièrement dans les mélanges complexes. On pense que les CPSE peuvent être responsables du déclin du nombre de spermatozoïdes dans le sperme humain ainsi que de la diminution de leur motilité et de leur fonction. Les CPSE peuvent causer des effets néfastes, notamment des cancers hormono-dépendants, des désordres liés au tractus reproducteur et une réduction de la valeur reproductive. Des études indiquent que des traitements à base de charbon actif et d'ozone seraient prometteurs pour éliminer les traces de produits pharmaceutiques et de pesticides.

On a réalisé une étude afin d'évaluer la présence de produits pharmaceutiques et de produits chimiques perturbateurs du système endocrinien dans la rivière Detroit, et l'efficacité de l'ozone pour dégrader ces composés. L'analyse a indiqué que des traces de composés comme la carbamazépine, la caféine, la cotinine et l'atrazine avaient été détectées dans les eaux non traitées, et que le traitement à l'ozone avait donné de bons résultats, pour ce qui est de leur dégradation, par rapport au traitement classique. L'étude a fourni des renseignements inédits et de grande qualité en ce qui concerne le traitement de l'eau et l'approvisionnement en eau dans la région des Grands Lacs. Ces résultats corroborent les recherches actuelles, effectuées dans différents endroits en Amérique du Nord et en Europe, qui ont montré que le traitement à l'ozone seul ou couplé avec d'autres traitements permettait d'éliminer toute une série de contaminants dans l'eau. Les expériences ont permis d'obtenir de l'information utile sur la présence de ces composés dans les eaux non traitées de la rivière Detroit et sur les variations saisonnières de leurs concentrations. Les résultats de cette étude sont aussi utiles pour d'autres communautés car ils renseignent sur la présence de ces composés dans les réseaux d'approvisionnement en eau et sur les procédés de traitement susceptibles de les éliminer.

Le Dr Lori Lishman de la Recherche sur la gestion des écosystèmes aquatiques d'Environnement Canada, a discuté des capacités et des limites du traitement des eaux usées dans la réduction de l'exposition humaine et environnementale aux PPSP.

Cet exposé résume la recherche sur l'efficacité du traitement des eaux usées en vue de réduire l'exposition aux PPSP. La recherche actuelle est axée sur les mécanismes de réduction plutôt que sur l'élimination, car les méthodes d'analyse chimique pour caractériser les produits de transformation ne sont pas encore complètement au point. Dans une SEEU, il y a quatre puits pour les PPSP : enchevêtrement/sorption de la boue primaire ou de la boue activée excédentaire (BAE); perte dans l'atmosphère via la minéralisation biologique (p. ex., dégradation en dioxyde de carbone et eau); volatilisation à partir des réservoirs de traitement et rejet dans l'effluent final. Les caractéristiques physiques et chimiques d'un composé jouent un rôle majeur dans la mise au point de son mécanisme d'élimination.



Durant la clarification primaire, les matières décantables sont retirées du courant des eaux usées non traitées par décantation physique. La boue primaire, à savoir les matières organiques décantables, est régulièrement retirée du clarificateur pour stabilisation. Les PPSP enchevêtrés dans le matériel organique ou absorbés par celui-ci quitteront le courant des eaux usées avec la boue primaire. Traditionnellement, on a utilisé le coefficient de partage octanol-eau (K_{ow}) pour identifier la probabilité de séparation d'un composé pour le matériel organique. Les lignes directrices générales pour prédire si le composé sera associé à la phase liquide ou à la phase organique ont été élaborées pour des composés neutres. Toutefois, de nombreux produits pharmaceutiques sont ionisables, car la charge est

fonction du comportement d'ionisation (pK_a) du composé et du pH de la solution, et le K_{ow} est inapproprié pour prédire la sorption dans cette solution plus complexe. Des équations de régression ont été développées en vue d'intégrer l'influence de variables autres que le K_{ow}. Cependant, ces équations ont été développées en utilisant une base de données très limitée. D'autres recherches seront nécessaires pour valider et, si possible, améliorer ces équations. Les mêmes questions se posent pour déterminer si les PPSP seront absorbés par la boue activée et quitteront le courant des eaux usées avec les BAE. La boue primaire et les BAE sont stabilisées par digestion aérobie et anaérobie, et les biosolides digérés sont épandus sur les terres agricoles à certains endroits.

Le traitement biologique secondaire permet d'éliminer les matières organiques et en suspension des eaux usées par métabolisme microbien de la boue activée. La réduction des PPSP par traitement biologique est une bonne option en raison de la possibilité de minéralisation des composés intéressants en dioxyde de carbone et eau. En réalité, on ne construira pas de SEEU pour éliminer un contaminant trace spécifique ou une classe de contaminants traces. Toute modification de conception serait fondée sur la capacité globale d'éliminer les contaminants traces et n'empêcherait pas sur la capacité des plantes d'éliminer les agrégats de matières organiques et, dans certains cas, l'azote et le phosphore. En conséquence, la recherche qui quantifie la réduction de PPSP spécifiques contribue à l'établissement d'une base de données pouvant être utilisée pour prendre des décisions relatives à la conception et fondées sur la valeur de la preuve.

Le traitement biologique des eaux usées peut être amélioré en augmentant le temps de rétention des matières solides (TRMS) et/ou en utilisant différents accepteurs d'électrons dans la population microbienne. De nombreuses SEEU, en Europe, utilisent un TRMS plus long ainsi que différents accepteurs d'électrons pour achever l'élimination des matières organiques et de l'azote. L'élimination de l'azote est l'effet final de la nitrification et de la dénitrification. La nitrification, à savoir la conversion de l'ammoniac en nitrates, est réalisée par les organismes autotrophes

à croissance lente dont le maintien dans le système exige un plus long TRMS. La dénitrification, à savoir la conversion des nitrates en azote gazeux, se produit dans des conditions anoxiques (croissance des organismes utilisant des nitrates pour la respiration cellulaire) et exige des bactéries capables de passer d'une respiration aérobie à une respiration anoxique. Seulement une partie de la population bactérienne est capable de passer d'un mode de respiration à l'autre. Lorsqu'il existe des limites strictes concernant les résidus d'azote et de phosphore, on peut recourir à l'élimination par des éléments nutritifs biologiques. Ce schéma de traitement intègre des zones aérobie, anoxique et anaérobie. La présence de ces différentes zones augmente la diversité de la population microbienne, ce qui renforce la possibilité de minéralisation des PPSP. Ainsi, il existe de nombreux rapports tentant de faire correspondre les résultats finaux de ce traitement avec la réduction des PPSP. Les corrélations cohérentes entre le TRMS ou les zones de traitement et la réduction des PPSP demeurent équivoques en raison de la grande variabilité des caractéristiques des eaux usées, des systèmes de traitement et des résultats des analyses de PPSP. D'autres études de systèmes de traitement contrôlés sont nécessaires pour élucider la relation entre les résultats finaux des traitements des eaux usées et la réduction des PPSP.

Le traitement avancé des effluents d'eaux usées par ozonisation ou à l'aide de charbon activé granulé semble être efficace pour éliminer ou dégrader les PPSP, si l'on se fonde sur un ensemble de données très limité. À ce jour, la plupart des études ont utilisé des composés purs dans une matrice simple. D'autres travaux sur ces technologies utilisant des effluents terminaux permettront de faire une meilleure évaluation de leurs capacités. Il existe d'autres problèmes de recherche non résolus, à savoir l'effet inhibiteur possible des antibiotiques sur le rendement actuel de la boue activée et l'intégration des résultats des recherches effectuées avec des modèles de stations d'épuration comme ToxChem™. L'état actuel de la recherche concernant les effets des PPSP sur les écosystèmes aquatiques indique, qu'à ce jour, nous disposons de preuves insuffisantes sur les effets qui justifieraient l'augmentation des dépenses de fonctionnement et d'immobilisation associées à des technologies de traitement capables d'éliminer les PPSP des eaux usées.

Le Dr Edward Topp du Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, a parlé des technologies et des pratiques d'épandage des biosolides et du fumier sur le sol, car celles-ci sont liées à la réduction de l'exposition aux PPSP.

Les biosolides municipaux liquides (BML) constituent une source d'éléments nutritifs pour les cultures agricoles. L'épandage de ces matières sur le sol doit être géré afin de minimiser le risque de contamination des sources d'eau adjacentes par des agents chimiques et microbiens préoccupants pour la santé environnementale et la santé humaine. Cet exposé donne un aperçu général de la surveillance de l'exposition de l'environnement à ces apports agricoles, de l'information générale sur le contenu des PPSP dans les eaux usées sanitaires, sur la recherche caractérisant le mouvement hors-site des PPSP issus des champs recevant des biosolides, et une première analyse des contributions relatives de l'utilisation agricole de biosolides et d'effluents d'eaux usées en tant que sources d'exposition du milieu aquatique à certains PPSP, en Ontario, au Canada. Dans le cadre des études de terrain, nous avons répandu des BML à un taux commercial, en appliquant les pratiques recommandées, à savoir : soit une injection souterraine, soit un épandage en nappes, suivi d'une incorporation. Les concentrations de PPSP dans les écoulements de surface à la suite de l'incorporation par nappes des biosolides ont été généralement faibles (ng/L), et on pouvait efficacement les éliminer en injectant les BML en dessous du sol de surface. Dans les expériences sur le terrain, une masse généralement plus faible de PPSP s'est déplacée vers l'eau de drainage, drainant les parcelles expérimentales qui avaient reçu des biosolides incorporés par nappes. Les estimations de la masse totale des PPSP potentiellement rejetés dans les environnements aquatiques par écoulement des champs agricoles modifiés par les biosolides dans la province de l'Ontario ont été, en ordre de grandeur, plus faibles que la masse totale de ces composés que l'on estimait être rejetés dans les effluents des SEEU de l'Ontario. Pourtant, il existe une lacune importante au niveau des connaissances, à savoir l'évaluation de l'exposition aux PPSP issus de l'agriculture : il s'agit de l'information détaillée sur la dissipation d'un vaste éventail de produits chimiques, notamment les antibiotiques entraînés par les déchets d'origine animale.

3.4 Évaluation des risques environnementaux

La LCPE est administrée conjointement par les ministres de l'Environnement et de la Santé et sert à protéger l'environnement du Canada ainsi que la santé de sa population. Elle fournit le cadre législatif qui permet d'exécuter les fonctions nécessaires comme la collecte d'informations, l'évaluation et la gestion des risques ainsi que la mise en œuvre de mesures correctives, et d'assurer la conformité et l'application de la Loi pour toute substance, existante ou nouvelle, au Canada. Cette série d'exposés, présentés par des représentants de Santé Canada, constitue le lien entre la recherche et la réglementation des PPSP dans l'environnement canadien.

Gordon Stringer est directeur de l'Initiative de l'impact environnementale à Santé Canada. Son groupe est chargé d'élaborer des règlements appropriés sur l'évaluation environnementale pour les nouvelles substances contenues dans les produits réglementés en vertu de la *Loi sur les aliments et drogues*, ainsi que d'élaborer de meilleures pratiques de gestion, des lignes directrices et des plans de gestion de l'environnement afin de cibler les voies d'entrée spécifiques des produits dans l'environnement réglementés par la *Loi sur les aliments et drogues*. Il n'y a pas de résumé pour cet exposé. Les coordonnées de M. Stringer sont indiquées à l'annexe B.

Il n'y a pas de résumé pour cette présentation, les coordonnées de M. Stringer se trouvent à l'annexe B.

Andrew Beck, chef de la section de l'Unité d'évaluation environnementale (UEE) du Bureau de l'évaluation et du contrôle des substances nouvelles (BECSN) à Santé Canada, a donné un aperçu du processus d'évaluation des risques que posent les substances régies par le RRSN.

Les substances présentes dans les produits réglementés par la *Loi sur les aliments et drogues*, y compris les produits pharmaceutiques destinés à l'usage humain et les médicaments vétérinaires, font l'objet d'exigences de déclaration en vertu du Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles (RRSN) de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE), depuis septembre 2001. Cet exposé explique la raison pour laquelle ces substances sont visées et pourquoi Santé Canada est chargé d'effectuer des évaluations des risques environnementaux pour ces substances. On présente un aperçu du processus de déclaration – y compris les exigences en matière de données, le calendrier des évaluations et une courte introduction sur les outils d'évaluation qu'utilisent les évaluateurs à Santé Canada. Depuis septembre 2001, l'UEE du BECSN de Santé Canada a reçu environ 400 déclarations de nouvelles substances, pour des substances présentes dans des produits réglementés par la *Loi sur les aliments et drogues*. Les plus courantes déclarées à ce jour sont les ingrédients de cosmétiques; ils représentant 62 % de toutes les déclarations, alors que les substances pharmaceutiques représentent 21 %. La plupart de ces déclarations, toutefois, ont été faites au premier niveau de déclaration – niveau qui n'exige pas la production de données sur le devenir environnemental, la dissémination ou les effets sur l'environnement. Cette absence de données expérimentales n'est que l'un des nombreux défis auxquels fait face Santé Canada pour déterminer les risques que ces substances peuvent présenter pour l'environnement. On doit tenir compte aussi d'autres limitations ou problèmes : la pertinence des quantités-seuils actuelles des déclarations, les types de devenir et les données sur les effets qui devraient être produites, ainsi que le degré élevé d'incertitude entourant les modèles utilisés pour évaluer les effets et le devenir et les scénarios génériques de rejets. Ainsi, les priorités en matière de recherche pour l'UEE sont, et continueront d'être, de pallier le manque d'information. Il serait notamment utile d'obtenir des données environnementales supplémentaires sur les « catégories » de substances. En outre, on doit examiner de façon plus approfondie la pertinence des modèles concernant les effets physiques, chimiques et le devenir, et on doit étudier l'importance des effets chroniques difficilement perceptibles ainsi que la manière dont ils sont intégrés au processus d'évaluation des risques.

Le Dr Neil Tolson, chef de l'Unité des substances commercialisées du Bureau de l'évaluation et du contrôle des substances nouvelles de Santé Canada, a donné un aperçu des difficultés, des approches et des besoins en matière de recherche pour déterminer le risque et les dangers que représentent les substances commercialisées.

La liste des substances commercialisées (LSC) contient environ 9 000 substances présentes dans les produits réglementés par la *Loi sur les aliments et drogues*. Elle comporte un maximum de trois types de renseignements pour chaque substance : le nom CAS; le numéro de registre CAS et un autre nom. Il n'y a pas d'information sur les modes d'utilisation, les structures chimiques ou les volumes estimés annuels.

Santé Canada a créé l'Unité des substances commercialisées afin de déterminer les impacts potentiels sur la santé humaine et environnementale découlant de l'exposition à ces substances dans l'environnement, et de recommander des mesures de gestion des risques, le cas échéant. La première tâche est d'obtenir une identification définitive de chaque substance et l'information de base nécessaire à la détermination des dangers potentiels de ces substances.



On doit mettre au point des procédures et des outils appropriés pour effectuer cette tâche. L'approche qui a été retenue implique que l'on utilise l'expérience acquise par Santé Canada et Environnement Canada dans la catégorisation de la Liste intérieure des substances (LIS), en prenant en compte les types de substances de la LSC et leur cycle de vie. On prendra en considération l'utilisation de modèles de prévision, de scénarios d'exposition, l'utilisation de données empiriques par rapport à des données substitutives, le mélange d'outils et la valeur de la preuve. Une attention particulière sera accordée aux mélanges de composition variable et inconnue. On estime que ces substances représentent 50 % des substances de la LSC. Des consultations sont menées au sein du gouvernement et avec l'industrie, les universitaires et d'autres autorités chargées de la réglementation afin d'examiner ces questions.

Voici les domaines de recherche jugés pertinents en ce qui concerne le travail sur la LSC : modèles de prédiction pour le devenir et les effets; études environnementales élargies sur les concentrations; études en laboratoire et sur le terrain sur les effets chroniques et sur le rapport entre la toxicité aiguë et la toxicité chronique (ACR); études de terrain sur les effets pour la population; scénarios d'exposition améliorés et effet des mélanges sur les espèces aquatiques et terrestres. Il est également nécessaire d'envisager des pratiques exemplaires, p. ex. de nouvelles technologies pour les stations d'épuration des eaux usées, de bonnes pratiques vétérinaires et agricoles, de bonnes pratiques de fabrication et des programmes d'élimination. Les partenaires de recherche sont, entre autres, les laboratoires du gouvernement, les universités et l'industrie.

3.5 Activités internationales et industrielles

Le Dr Joanne Parrott, de la Recherche sur la protection des écosystèmes aquatiques d'Environnement Canada, a fourni un résumé sur l'évaluation des risques environnementaux posés par les produits pharmaceutiques (ERAPharm) dans l'Union européenne (UE).

ERAPharm est un projet créé par l'UE et regroupant plus de 40 scientifiques de 13 institutions de recherche dans 8 pays. Le groupe collabore à un projet de recherche de trois ans, de plusieurs millions de dollars, afin de définir les besoins en matière de données et d'évaluer les risques environnementaux des produits pharmaceutiques. Le projet vise à améliorer les connaissances et les procédures sur l'évaluation des risques environnementaux posés par les produits pharmaceutiques destinés à l'usage humain et vétérinaire. ERAPharm évaluera deux composés modèles, l'aténolol, produit pharmaceutique à usage humain (bêta-bloquant utilisé pour réduire le rythme

cardiaque), et l'ivermectine, produit pharmaceutique à usage vétérinaire (médicament antiparasitaire utilisé pour le bétail, les chevaux et les moutons ainsi qu'en aquaculture).

Les scientifiques évaluent le devenir biologique, les modes d'exposition et les effets écotoxicologiques de certains produits pharmaceutiques. Les données des chercheurs de ERAPharm serviront à l'élaboration des cadres actuels d'évaluation des risques environnementaux proposés (de l'Agence européenne pour l'évaluation des médicaments (EMEA) et de la International Cooperation on Harmonization of Technical Requirements for the Registration of Veterinary Medicinal Products (VICH) en Europe), qui détermineront les risques environnementaux potentiels de ces composés, selon les lignes directrices actuelles. Ensuite, des données additionnelles seront produites dans le cadre du projet ERAPharm sous la catégorie « évaluation des expositions » (processus concernant les devenirs et la modélisation d'expositions) et la catégorie « évaluation des effets » (tests d'analyse biologique et épreuves biologiques avec des microorganismes, des invertébrés aquatiques et terrestres et des poissons), pour mieux prévoir les risques environnementaux potentiels de ces composés. Le but est de fournir une image plus complète de l'évaluation des risques de ces produits chimiques et de recommander des outils d'évaluation de l'exposition et des effets qui amélioreront notre capacité à prévoir les effets environnementaux de ces produits pharmaceutiques. Des séries de données uniques seront produites dans le cadre du projet ERAPharm et assemblées pour former un exemple global d'évaluation des risques environnementaux posés par ces produits pharmaceutiques modèles.

Le but ultime d'ERAPharm est d'élaborer des lignes directrices sur l'évaluation des risques environnementaux posés par les produits pharmaceutiques. Le projet en question permettra de créer des outils comme une base de données sur le Web contenant de l'information sur le devenir et les effets des produits pharmaceutiques et un outil d'évaluation préalable des risques, aussi sur le Web. Les recommandations découlant du projet seront utilisées pour affiner les évaluations des risques environnementaux posés par les produits pharmaceutiques à usage humain et vétérinaire et seront utiles pour les autorités de réglementation, l'industrie et la communauté scientifique.

Le Dr Mary Buzby, directrice de Global Safety and Environmental Technology for Merck Co. Inc., a résumé les activités de recherche et d'évaluation des risques menées par Pharmaceutical Research and Manufacturers of America (PhRMA).

L'amélioration de la technologie en matière de tests analytiques a rendu possible la détection, en quantités infimes, de produits pharmaceutiques et autres composés se retrouvant dans l'eau à de faibles concentrations. L'industrie pharmaceutique utilise une approche axée sur la science pour comprendre et résoudre les problèmes résultant de la détection de composés pharmaceutiques dans l'environnement.

On s'est servi du modèle PhATE (Pharmaceutical Assessment and Transport Evaluation) pour évaluer les concentrations des ingrédients actifs (CIA) des produits pharmaceutiques dans les eaux de surface aux États-Unis, qui résultent de l'utilisation (ou de la consommation) de médicaments. PhATE utilise une approche par bilan massique pour modéliser les concentrations environnementales prévues dans 11 bassins hydrographiques choisis en raison de leur représentativité de la plupart des régions hydrologiques des États-Unis. PhRMA a également créé la base de données PhACT (Pharmaceutical Assessment and Characterization Tool) pour compiler toute la documentation fiable et impartiale sur les effets en milieu aquatique, le traitement et l'épuisement de l'environnement des CIA. Cette information permettra de comprendre le potentiel des effets des CIA sur les organismes aquatiques.

3.6 Activités provinciales et municipales

Les autorités provinciales et municipales n'entreprennent pas, en général, des projets de recherche majeurs; toutefois, elles contribuent aux activités de recherche des universités et du gouvernement fédéral et peuvent aussi exécuter des programmes de surveillance qui visent leur situation locale et leurs priorités. Ces exposés résument les activités réalisées en Alberta, en Ontario, au Québec et dans le District régional du Grand Vancouver.

Thorsten Hebben, limnologue et spécialiste de la qualité de l'eau, Environmental Assurance Division of Alberta Environment, a donné un aperçu des PPSP et d'autres contaminants organiques dans les eaux usées, dans la province de l'Alberta.

En 2002-2003, Alberta Environment (AENV) a entrepris une étude préliminaire des PPSP et d'autres contaminants organiques dans les eaux usées (COEU) dans cinq rivières et sept débits sortants de SEEU situés dans toute la province. Plusieurs des 105 composés étudiés ont été détectés à des concentrations infimes dans les deux milieux. Les résultats de ce travail ont mené à la création d'un programme de surveillance trimestriel en 2004. Axé sur une série de 9 emplacements d'échantillonnage dans 5 rivières importantes en Alberta, ce projet permet d'évaluer actuellement les concentrations dans les eaux de surface de 58 COEU en aval et en amont de 4 centres urbains importants. Jusqu'à présent, les détections en amont des composés échantillonnés ont été relativement rares, alors qu'en aval les détections sont limitées à 5 ou 6 composés qui apparaissent avec un certain degré de régularité. En général, les anti-inflammatoires non stéroïdiens et les parfums de synthèse (musc) sont détectés plus fréquemment et à des concentrations plus élevées. Plus récemment, AENV a commencé à examiner une suite similaire de COEU dans les sédiments fluviaux et dans des poissons de plusieurs sites, de toute la province. Bien que les données sur les poissons ne soient pas encore disponibles, les analyses des sédiments indiquent que plusieurs composés non détectés dans les échantillons d'eau, notamment certains anti-dépresseurs et antibiotiques, tendent à être adsorbés par les particules des sédiments. Les prochains efforts en matière de COEU porteront essentiellement sur les éthers diphenyliques polybromés (ignifugeants) et sur les composés perfluorés (agents tensio-actifs) dans les principales rivières, les sédiments fluviaux et dans le biote aquatique de la province.

Parallèlement à AENV, de nombreux groupes et organismes en Alberta travaillent actuellement sur le problème des contaminants émergents dans les eaux de surface, dans l'eau potable et dans les eaux usées. Parmi ceux-ci, citons l'Alberta Agriculture and Food (produits pharmaceutiques vétérinaires), les universités de l'Alberta, de Calgary et de Lethbridge, la ville de Calgary, EPCOR (installations d'eau potable, Edmonton) et le Alberta Research Council (Vegreville). La plupart de ces organismes font face aux mêmes lacunes au niveau des connaissances et aux mêmes difficultés lorsqu'ils sont confrontés au sujet à l'étude. Parmi celles-ci, l'insuffisance de l'information concernant les divers aspects des PPSP et des autres COEU, notamment le devenir, la persistance, la séparation dans les sédiments et le biote, les interactions des composés, les métabolites, les isomères, les questions de santé humaine, etc. Ces questions sont encore plus compliquées en raison d'un manque généralisé de communication et de collaboration, tant à l'échelle provinciale que nationale. Des initiatives en vue d'établir un réseau provincial sur les contaminants émergents afin de résoudre ces lacunes sont actuellement en cours. Enfin, on espère que ce réseau facilitera les contacts, les discussions et les partenariats entre les divers groupes et qu'il servira de logithèque de référence des sources d'information pertinente pour ceux qui souhaitent travailler sur le sujet en Alberta.



Le Dr Sonya Kleywegt, chercheure à la Direction de l'élaboration des normes du ministère de l'Environnement de l'Ontario, a présenté un aperçu des activités réalisées en Ontario.

Le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) encourage les études et la recherche et y contribue, afin d'identifier et de déterminer les niveaux et le devenir des contaminants émergents dans l'environnement, notamment les produits pharmaceutiques et les produits de soins

personnels (PPSP). Le ministère participe activement aux initiatives de recherche depuis plus de cinq ans. Afin de résoudre le problème des PPSP en Ontario, le ministère travaille à la création d'une base de données sur les concentrations de PPSP dans tous les milieux, dans le but d'appuyer des politiques fondées scientifiquement (normes et lignes directrices), le cas échéant.

Jusqu'à présent, le ministère a concentré son appui et ses initiatives de recherche dans trois domaines principaux :

- 1 l'élaboration de méthodes d'analyses efficaces;
- 2 la quantification des concentrations de PPSP dans les différents milieux;
- 3 la minimisation ou l'élimination des rejets de PPSP dans l'environnement.

Le ministère a mis au point une méthode LC/MS-MS pour analyser une suite de plus de 51 PPSP dans différentes matrices environnementales.

Le ministère a mis en place une surveillance des PPSP dans l'eau potable, les eaux de surface et les eaux usées. En particulier, nous avons collaboré avec : 1) l'Université de Waterloo, pour mener des études de surveillance dans les stations d'eau potable et dans des puits d'eau souterraine directement sous l'emprise de l'eau de surface; 2) la Awwa research Foundation, pour étudier la présence de PPSP dans la rivière Detroit River et l'efficacité de l'ionisation pour éliminer ces composés; 3) l'Université d'Ottawa et le Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau, afin d'étudier et d'évaluer une nouvelle technologie des membranes pour éliminer les PPSP à la source d'eau et; 4) l'Université de Toronto, pour étudier les différentes membranes et les conditions d'exploitation pour éliminer les PPSP. Le MEO a effectué récemment une étude à l'échelle de toute la province pour déterminer les niveaux de PPSP dans les eaux brutes et les eaux prêtes au débit, l'efficacité de leur élimination selon les différents procédés de traitement et les variations saisonnières.

En collaboration avec Environnement Canada, Agriculture et Agroalimentaire Canada et les universités de l'Ontario, nous avons évalué : 1) les différentes technologies et les divers procédés de traitement pour l'élimination des PPSP des eaux usées; 2) une nouvelle technologie de bioréacteur à lit mobile par rapport à un traitement conventionnel et l'élimination des PPSP à différentes étapes du traitement des eaux usées; 3) l'élimination/la séparation de ces composés durant les processus de digestion aérobie et anaérobie; 4) l'impact des conditions d'exploitation des eaux usées sur leur élimination; 5) des essais d'analyse préliminaire - niveau 1 (pour les perturbateurs endocriniens) sur les poissons exposés aux eaux usées et; 6) des échantillonneurs d'eau intégrés et passifs pour les PPSP dans le réseau de surveillance des Grands Lacs.

Enfin, le ministère collabore avec les organismes fédéraux et provinciaux chargés de l'agriculture en vue d'élaborer de meilleures pratiques de gestion pour contrôler les activités et les quantités de biosolides et de fumier utilisés en agriculture.

Les difficultés et les questions les plus urgentes auxquelles fait face le MEO sont la capacité d'analyse limitée et la difficulté à évaluer les effets à long terme sur la population humaine et les écosystèmes aquatiques d'une exposition, chronique et de faible niveau, aux mélanges. Les procédures actuelles d'évaluation des risques ne tiennent pas compte des conséquences (préjudices et dégradation) résultant de concentrations similaires à celles présentes dans l'environnement, ni des données sur la toxicité aiguë. On doit également noter que les produits pharmaceutiques et de soins personnels doivent être évalués séparément. Il est nécessaire d'évaluer l'incertitude entourant le développement de la résistance des microbes aux antibiotiques et de consolider les activités de recherche.

Caroline Robert, biologiste au Service de l'expertise technique en eau, Direction des politiques du secteur municipal, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, a donné un aperçu des activités réalisées dans la province de Québec.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec a commencé à surveiller les PPSP en 2003. Jusqu'ici, des échantillons ont été régulièrement prélevés dans six effluents de SEEU ainsi que dans les eaux brutes et traitées de huit stations. Au total,

cinq hormones et 34 PPSP ont été analysés et sélectionnés, principalement à partir d'une liste de substances détectées lors d'études similaires. La publication d'un rapport sommaire et des principaux résultats de l'étude est prévue pour 2007.

Andrew Marr, ingénieur principal du Utility Analysis and Environmental Management group du District régional du Grand Vancouver (DRGV), a fait le point sur les activités de recherche de cette grande ville.

Les rejets et les métabolites des PPSP peuvent atteindre, et atteignent, l'environnement récepteur via les eaux usées, qu'ils soient utilisés tels que recommandés, jetés dans les fosses septiques ou avec les ordures ménagères. Les administrations locales ont la charge du traitement des eaux urbaines et sont tenues responsables des conséquences environnementales du rejet des effluents traités. Cependant, ces eaux usées peuvent souvent contenir des apports de sources qu'aucune administration locale ne peut complètement surveiller, et des substances qu'elles ne peuvent de toute évidence ni empêcher ni traiter au point de rejet. Par exemple, les eaux d'orage et les écoulements urbains peuvent parfois contribuer de façon importante aux eaux usées urbaines par le captage et l'infiltration ou par des déversements mélangés d'égouts. De même, il existe des substances interdites qui ne sont plus utilisées ou fabriquées, mais persistantes et systématiques dans l'environnement, et elles passent inévitablement à travers les SEEU primaires et secondaires qui ne peuvent les éliminer ou les traiter efficacement. La majorité des outils efficaces pour minimiser les quantités de PPSP entrant dans les eaux usées municipales relèvent de l'autorité des principales administrations. Ces outils sont : la réglementation des formules de composition des produits, de nouveaux programmes élargis qui rendent les industries manufacturières responsables de la collecte et de l'élimination appropriée des PPSP non utilisés, et l'augmentation de l'efficacité des infrastructures actuelles de collecte des PPSP de l'industrie.

4.0 Directions de la recherche et des politiques en matière de PPSP dans l'environnement canadien

L'objectif principal de cet atelier était d'identifier les priorités en matière de recherche, les questions stratégiques et les mesures à prendre en se fondant sur l'état actuel de la science et de la recherche sur les PPSP dans l'environnement canadien. Les participants de différents secteurs et disciplines ont été divisés en petits groupes pour faciliter les discussions sur des questions spécifiques ou pour élaborer des plans d'action découlant des besoins identifiés lors de l'atelier de 2004. Les groupes de discussions travaillaient sur :

- 4.1 l'état de la recherche sur les effets des PPSP au Canada;
- 4.2 les approches en matière de gestion des risques potentiels;
- 4.3 l'établissement d'un réseau de surveillance des PPSP;
- 4.4 la création d'un répertoire d'information et des activités sur les PPSP; et
- 4.5 l'élaboration d'un cadre cohérent pour les analyses des PPSP.

Les groupes 1 et 2 ont été chargés de définir les problèmes les plus pressants et les mesures nécessaires à prendre en priorité, et d'identifier les organismes qui devraient participer à la résolution de ces problèmes, liés aux PPSP. Les groupes 3a, 3b et 3c ont été chargés de débattre des mesures à prendre, recommandées lors des précédents ateliers sur les PPSP : quelle initiative devrait être réalisée, qui devrait participer, les prochaines étapes et autres questions spécifiques liées au sujet.

Les exposés des groupes, au cours de la séance plénière, ainsi que ceux des conférenciers participants ont suscité des questions et des commentaires. De plus, on a demandé aux conférenciers de donner leur opinion sur les difficultés, les lacunes et les problèmes, les mesures à prendre en priorité, et les partenariats nécessaires pour pouvoir préciser les directions de la recherche et des politiques concernant les PPSP dans l'environnement canadien. Le résumé suivant présente une synthèse de toutes les contributions au débat.

4.1 Effets des PPSP dans l'environnement canadien



L'essentiel du problème des PPSP dans l'environnement canadien est la crainte qu'une exposition à de faibles taux de résidus de PPSP, à long terme, ait des effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques et terrestres et/ou sur la santé humaine. Des PPSP isolés ont été associés à des effets néfastes sur la croissance et la reproduction de certains organismes aquatiques dans le cadre d'expériences effectuées en laboratoire. Cependant, la « recherche sur les effets » comporte encore de nombreux pans non explorés, notamment les espèces à étudier, les résultats finaux à élucider, les mélanges de composés, etc. Les discussions en groupe ont permis de définir quatre domaines de recherche sur les effets, considérés comme les plus urgents :

- 1 les effets des mélanges de PPSP au niveau des populations et des écosystèmes;
- 2 la standardisation de la recherche sur les effets;
- 3 la concentration sur le pire des scénarios et sur les écosystèmes expérimentaux;
- 4 l'amélioration de la communication.

Effets des mélanges sur les populations

Les PPSP dans l'environnement sont toujours présents dans les mélanges, qui comprennent des composés pharmaceutiques parents, des métabolites et des produits de transformation, en plus des composés organiques et métalliques déjà présents. Les écosystèmes aquatiques sont également des mélanges de niveaux trophiques dans les matrices d'eau et de sédiments. La plupart des études de laboratoire, à ce jour, ont été axées sur un ou deux composés parents et une ou deux espèces d'organismes à la fois. De nouvelles recherches européennes, présentées par le Dr Karl Fent, ont indiqué la présence d'effets synergétiques et antagonistes avec certains mélanges de PPSP. Il est nécessaire d'élargir notre capacité à caractériser les mélanges environnementaux et à identifier les effets d'une exposition chronique sur les populations; c'est-à-dire caractériser plus exactement les conditions environnementales réelles à des concentrations similaires à celles retrouvées dans l'environnement.

Les mesures à prendre en priorité pour améliorer notre compréhension des PPSP dans les mélanges présents dans les écosystèmes sont :

- l'utilisation d'études sur la toxicité de l'effluent entier (TEE), en utilisant des paramètres plus appropriés (chroniques) et des scénarios d'exposition; on doit tenir compte des effets synergétiques et cumulatifs, y compris l'évaluation du mode d'action d'un composé;
- l'utilisation des études de laboratoire et de terrain;
- le développement d'une capacité d'analyse plus large, en ce qui a trait à la capacité des laboratoires et des méthodes, pour analyser une variété plus grande de composés parents et de produits de transformation;
- la réalisation d'autres études sur des bioindicateurs prometteurs et le développement de bioindicateurs de la population et des effets sur les écosystèmes, en particulier des études génotoxicologiques et métabolomiques;
- le développement d'indicateurs des préjudices et de la dégradation des écosystèmes;
- des scénarios améliorés d'exposition (chronique);
- un financement sur plusieurs années, afin d'augmenter la capacité d'effectuer des études à long terme sur les effets chroniques au niveau de l'écosystème.

Ces actions exigent la participation d'institutions de financement, de chercheurs et des municipalités, pour donner accès aux effluents des SEEU.

Recherche standardisée sur les effets

La standardisation de la recherche sur les effets permettrait de comparer et de confirmer plus clairement les résultats entre les laboratoires de recherche. Ce type d'approche en matière de recherche nécessiterait l'obtention d'un consensus entre les chercheurs quant aux substances à tester et sur quels organismes; l'utilisation de résultats finaux similaires et pertinents du point de vue environnemental; l'utilisation d'espèces de laboratoire plutôt que d'espèces résidentes ainsi que l'examen des effets multitrophiques.

Voici les mesures à prendre en priorité pour standardiser la recherche sur les effets :

- déterminer les PPSP les plus susceptibles de poser problème et établir des priorités concernant les substances à surveiller (composés indicateurs et comparaison mécaniste);
- déterminer quelles sont les populations dans un écosystème donné les plus susceptibles d'être sensibles ou vulnérables (p. ex, les moules, les bivalves, les grenouilles, les insectes, etc.);
- caractériser l'exposition environnementalement pertinente aux produits chimiques;
- évaluer les effets potentiels à des concentrations similaires à celles présentes dans l'environnement et examiner la sensibilité du cycle de reproduction et du cycle saisonnier de différentes espèces;

- envisager des études de laboratoire et de terrain sur les effets chroniques et le rapport entre la toxicité aiguë et la toxicité chronique;
- les études sur les effets doivent porter aussi sur les écosystèmes terrestres;
- utiliser une approche descendante (dirigée à partir d'un consensus sur la recherche) plutôt qu'une approche ascendante (dirigée par des personnes) pour mener les recherches additionnelles;
- s'assurer que des méthodes d'analyses sont disponibles pour les substances sélectionnées en priorité.

Les chercheurs du gouvernement et des universités, les autorités de réglementation et les institutions de financement doivent participer aux décisions sur les directions de la recherche.

Mettre l'accent sur le pire des scénarios et sur les écosystèmes expérimentaux

Mettre l'accent sur le pire des scénarios, tant en ce qui concerne la vulnérabilité des écosystèmes que la puissance des PPSP, implique d'étudier les effets chroniques plutôt que les effets aigus; effectuer une surveillance des effets environnementaux sur le terrain, dans des zones où les problèmes les plus sérieux ont été observés ou dans les zones où ils sont le plus susceptibles de se produire, et prendre en compte les facteurs de complication, comme les fluctuations saisonnières et l'état reproducteur. Cette approche encouragera la réalisation d'études multi-facettes dans des domaines choisis (comme les bassins hydrographiques) qui pourront servir alors d'écosystèmes expérimentaux pour prédire les effets dans d'autres zones.

Voici les mesures à prendre en priorité pour ce scénario :

- identifier les sites et les écosystèmes canadiens à haut risque grâce à l'utilisation d'un réseau de surveillance;
- développer des sites utilisables par un groupe diversifié de chercheurs, surveillés et qui démontrent un gradient de dégradation environnementale;
- concevoir des études ciblées, avec de nombreux partenaires, sur les sites identifiés comme étant à haut risque;
- identifier les PPSP ayant une puissance élevée ou une persistance importante;
- élaborer des modèles de prévision des effets et du devenir;
- trouver un financement adéquat à long terme afin de concevoir et réaliser un programme de recherche global.

Cette approche en matière de recherche sur les effets des PPSP nécessiterait la participation de chercheurs du gouvernement et d'universités, des municipalités et peut-être de fabricants de PPSP.

Amélioration de la communication

Pour améliorer les communications sur le problème des PPSP dans l'environnement canadien, il faut :

- informer le public des effets environnementaux et de ce que cela signifie pour lui;
- améliorer le transfert d'informations entre les chercheurs, les organismes concernés et les décideurs, afin de rester au fait des activités de recherche et des questions stratégiques;
- créer des interactions entre les scientifiques chargés de la surveillance et de l'évaluation et les scientifiques qui effectuent des recherches sur les biomarqueurs, les bioindicateurs et les mécanismes;
- améliorer les communications au-delà des frontières, tant au Canada qu'à l'étranger;
- améliorer la diffusion de l'information, en particulier des données non officielles, comme l'information réglementaire ou l'information non publiée.

La mesure à prendre en priorité pour améliorer la communication serait d'établir un réseau de coordination dans le but de surveiller et de diffuser l'information concernant la recherche sur les

PPSP. Cette initiative pourrait être mise en oeuvre par le biais de l'un des centres d'excellence nationaux existants, comme le Réseau canadien de l'eau, par exemple. La Liste intérieure des substances du gouvernement fédéral pourrait servir de point de départ au catalogue de l'information.

Autres préoccupations : la recherche sur les effets

En plus des quatre priorités susmentionnées, les participants à l'atelier ont identifié d'autres préoccupations et besoins concernant la recherche sur les effets.

- Les composés et les produits de soins personnels pharmaceutiquement actifs doivent être évalués en tant que groupes de composés indépendants en raison de leurs caractéristiques chimiques et de leurs modes d'utilisation différents. Les produits pharmaceutiques sont conçus pour avoir un effet sur l'organisme cible et ont tendance à être plus solubles dans l'eau. Les produits de soins personnels sont conçus pour un usage externe et ont tendance à être plus liposolubles. Les restrictions concernant l'utilisation d'ingrédients problématiques dans les produits de soins personnels sont également plus faciles à justifier que celles concernant l'utilisation de produits pharmaceutiques.
- Les filtres UV doivent être mieux analysés en ce qui concerne les effets hormonaux sur les poissons et les autres organismes aquatiques.
- L'évaluation de la possibilité que les PPSP nuisent à la santé humaine. *PhRMA* et le gouvernement néerlandais ont tous deux déclaré que la présence des PPSP dans l'environnement ne posait pas de risque pour la santé humaine. *PhRMA* collabore avec l'USEPA en vue de faire la même déclaration.

4.2 Approches de la gestion des risques

À ce jour, la recherche sur les effets continue d'indiquer qu'il pourrait aussi y avoir matière à s'inquiéter des effets néfastes sur la santé environnementale résultant de la présence de PPSP dans les matrices environnementales. Les évacuations des effluents d'eaux usées et l'épandage sur le sol de biosolides et de fumier sont comme des sources importantes de PPSP dans l'environnement. Si les rejets de PPSP dans l'environnement représentent un risque pour la santé environnementale, des alternatives de gestion doivent être définies afin de réduire ou d'éliminer ce risque. Les discussions en groupe ont permis de déterminer trois besoins principaux en matière de recherche pour orienter les futures approches concernant les risques :

- incertitude permanente concernant ce problème et besoins en matière d'évaluation des risques;
- identification des sources les plus importantes de PPSP dans l'environnement;
- programmes de contrôle à la source et de gestion du cycle de vie.

Incertitude entourant le problème et l'évaluation des risques

Le problème des PPSP dans l'environnement n'est pas encore suffisamment compris. D'autres études quantifiant les concentrations environnementales et les effets observés, à des concentrations similaires à celles présentes dans l'environnement, sont nécessaires afin de vérifier l'hypothèse qu'un risque à gérer existe. La gestion des risques suit l'évaluation des risques.

Les mesures à prendre en priorité pour répondre à cette incertitude sont :

- la mise en place d'une recherche coordonnée, à l'échelle nationale, afin d'appuyer un programme de catégorisation réglementé; les substances doivent être catégorisées, si possible par classe ou substance ou en fonction des risques prévus;
- la réalisation d'autres études sur la présence de microbes résistants aux antibiotiques dans les boues activées des SEEU;
- la modification des règlements actuels afin que les PPSP ayant de faibles volumes de ventes, comme l'éthinylestradiol, passent le processus d'évaluation des risques (la quantité seuil de 100 kg par année étant inappropriée);

- une meilleure coordination de la *Loi sur les aliments et drogues* et de la LCPE concernant l'étiquetage et l'enregistrement des nouveaux produits;
- l'étude de la pertinence des modèles pour les effets physiques, chimiques et le devenir;
- l'intégration des données sur les effets chroniques au processus d'évaluation des risques;
- la réalisation d'autres études sur les effets.

Tous les ordres de gouvernement (Santé Canada, Environnement Canada, les gouvernements provinciaux et les administrations municipales), les industries de produits pharmaceutiques et de soins personnels et les chercheurs doivent participer à la création d'un programme de recherche coordonné.

Identification des sources les plus importantes de PPSP dans l'environnement



Nous savons actuellement que le transport des PPSP dans l'environnement se fait au moyen des évacuations des effluents des eaux usées, de l'épandage de biosolides et de fumier sur le sol et du rejet des PPSP inutilisés dans les eaux usées urbaines et/ou dans les lixiviats de décharge. Jusqu'à présent, l'information dont nous disposons est insuffisante pour pouvoir déterminer lesquelles de ces sources sont les plus importantes.

Les mesures à prendre en priorité pour répondre à cette lacune sont :

- la quantification des charges et des concentrations de PPSP afin de déterminer quelles sont les sources les plus importantes (p. ex., sources venant de l'agriculture, des SEEU, des lixiviats de décharge ou sources rurales);
- la détermination de la rentabilité des technologies de traitement, tant conventionnelles que de pointe, de l'eau potable, des eaux usées et des boues;
- l'élaboration des MPG en matière d'épandage des biosolides et des fumiers sur le sol.

La participation de tous les ordres de gouvernement est nécessaire pour réaliser ce travail : Santé Canada, Environnement Canada, les gouvernements provinciaux et les municipalités. Si une entité de coordination de la recherche est créée, celle-ci devra inclure des experts pour que soient prises en compte la pratique ainsi que la théorie en matière de gestion municipale des eaux usées.

Programmes de contrôle à la source et de gestion du cycle de vie

Puisqu'on prévoit que le traitement des points de rejets des PPSP dans les SEEU sera très coûteux, il est important d'inclure des programmes de contrôle à la source et de gestion du cycle de vie comme alternatives afin de réduire les rejets de PPSP. Cela suppose d'informer le public sur le problème des PPSP, dans un langage clair, et de le sensibiliser davantage aux conséquences de la présence de PPSP dans l'environnement.

Les mesures à prendre en priorité pour pouvoir progresser sur la question du contrôle à la source sont les suivantes :

- collaboration de toutes les parties concernées;
- identification des points clés de surveillance;
- utilisation accrue et plus efficace des infrastructures existantes pour la collecte des PPSP non utilisés;
- éducation des professionnels de la santé et du public afin de les inciter à utiliser les PPSP de façon plus judicieuse;

- recherche de formules de rechange pour les produits pharmaceutiques.

Une fois encore, la collaboration de tous les ordres de gouvernement sera nécessaire pour réaliser cette initiative, ainsi que la participation de l'industrie pharmaceutique, des associations de pharmaciens, des médias et du système éducatif.

4.3 Développement d'un réseau de surveillance

Durant l'atelier de 2004 « Vers un réseau de surveillance », les participants ont identifié la nécessité de créer un réseau de surveillance afin de mieux comprendre la présence des PPSP dans l'environnement et les risques qu'ils posent. On a proposé que le réseau de surveillance porte sur les concentrations de PPSP dans différentes matrices et sur les dynamiques de populations de certaines espèces sentinelles. Les discussions de groupes se sont concentrées sur les éléments d'un plan d'action afin de lancer un réseau de surveillance.

Le réseau de surveillance devrait comprendre un site Web organisé selon les thèmes suivants :

- les sources, les charges et les bilans massiques des bassins versants;
- le devenir dans les SEEU;
- le devenir dans les stations de traitement des eaux;
- les concentrations dans les matrices environnementales, les sédiments, les eaux souterraines, les eaux de surface, le biote, etc.;
- l'évaluation du risque écologique et les rapports des études de terrain sur les effets;
- l'évaluation des risques pour la santé humaine;
- les méthodes d'analyse.

Le but de ce site Web serait d'archiver les données existantes, de formuler des hypothèses, de soutenir les initiatives d'évaluation des risques et d'aider à coordonner la planification des recherches scientifiques. Une telle source d'information permettrait d'identifier les possibilités de collaboration, de prévenir les chevauchements d'efforts inutiles et de fournir des données de référence.

Le réseau de surveillance devrait être dirigé à l'échelle nationale et inclure des champions de Santé Canada et d'Environnement Canada. Le modèle de ce réseau pourrait être basé sur les expériences antérieures de l'Initiative de recherche sur les substances toxiques (IRST) ou du Réseau de gestion durable des forêts.

La surveillance devrait porter sur les composés, les indicateurs de chaque source principale de PPSP dans l'environnement (p. ex, la carbamazépine comme traceur des effluents de SEEU) et les composés très utilisés. Il existe de 10 à 15 composés ayant des propriétés chimiques et physiques différentes, précédemment identifiés grâce à la catégorisation.

Des bassins hydrographiques stratégiques de tout le Canada pourraient être choisis pour une étude intensive et saisonnière. Le bassin hydrographique doit être grand, comme celui de l'écosystème du bassin de Géorgie ou du bassin du fleuve Saint-Laurent.

L'information générée par la surveillance doit être accessible aux scientifiques au moyen de portails sur le site Web. Les résultats interprétés et examinés par les pairs doivent être accessibles au public.

Un certain nombre d'étapes futures ont été définies pour la mise en place du réseau de surveillance :

- nommer des champions dans chaque région (la Direction de la surveillance de la qualité de l'eau d'Environnement Canada prépare un projet de recherche en vue de simplifier les activités de surveillance; la recherche des effets sur la santé humaine résultant de la consommation d'eau potable sera menée par Santé Canada);
- créer un comité de direction technique pour orienter le processus;
- examiner les réseaux existants ainsi que les différents modèles (notamment, wef.org, cwwa.org, weao.org ou owwa.org);
- déterminer qui a les ressources nécessaires pour y contribuer;

- déterminer qui est en mesure d'en prendre la direction;
- examiner les méthodes en matière d'assurance de la qualité et du contrôle de la qualité (AQ/CQ) et comparer les laboratoires;
- accorder la priorité aux composés actuellement surveillés.

4.4 **Élaboration d'un répertoire de l'information et des activités**

Durant l'atelier de 2004 « Vers un réseau de surveillance », les participants ont recommandé que l'information sur les PPSP et sur l'environnement soit accessible à partir d'un endroit centralisé. La centralisation de l'information pourrait se faire en créant une base de données spécialisée nationale afin de saisir :

- les données sur le transport et le devenir;
- les projets de recherche, les participants à ceux-ci et les résultats obtenus;
- les liens vers d'autres groupes et sites Web sur les PPSP;
- toutes les concentrations sans effet prévu (CSEP);
- les publications.

Un répertoire serait utile pour compiler l'information technique (comme les propriétés toxicologiques, le devenir des composés et le Plan de gestion chimique (PGC) ainsi que l'information spécifique destinée aux médias); faciliter l'évaluation des risques et identifier les lacunes au niveau des connaissances. Il pourrait aussi servir d'outil pour faciliter la collaboration en matière de recherche et cibler les ressources. Le répertoire devrait couvrir l'information nationale et internationale.

La création d'un répertoire exigerait la participation des gouvernements provinciaux et fédéral afin de donner l'impulsion et le maintien des ressources nécessaires. Les coûts estimés pour mettre en place le réseau représentent 200 000 \$ environ et 75 000 \$ par année pour son maintien. La coopération entre les administrations municipales, les universitaires et les intervenants de l'industrie sera également nécessaire pour fournir un produit global. Les entrées du répertoire devront être filtrées au moyen de normes d'AQ et de CQ examinées par les pairs afin de fournir un contexte pour les résultats rapportés. L'accès à l'information devra être limité aux parties concernées et à ceux qui ont entré les données ou fourni des ressources. Les conséquences des lois sur l'accès à l'information devront également être considérées dans ce domaine.

Les prochaines étapes prévues dans le cadre de cette mesure sont les suivantes :

- tirer profit de l'expérience des autres, par exemple du USEPA Endocrine Disrupting Chemicals program (programme sur les produits chimiques perturbant le système endocrinien de l'USEPA);
- nommer un responsable (actuellement, c'est le ministère de l'Environnement de l'Ontario) du comité de direction technique;
- engager les ressources nécessaires.

4.5 **Élaboration d'un cadre cohérent pour les analyses chimiques**

Les méthodes de chimie analytique permettant de quantifier les PPSP dans les matrices environnementales établissent des concentrations similaires à celles retrouvées dans l'environnement qui orientent la recherche sur les effets et permettent l'élaboration de programmes de surveillance. Dans toutes les discussions, les participants ont déterminé qu'il était nécessaire de mettre au point des méthodes d'analyses précises et exactes qui couvrent une grande variété de composés parents et de métabolites des PPSP dans les eaux de surface, les eaux souterraines, les eaux usées, l'eau potable, les sédiments, les boues, les biosolides, le fumier et le biote, et d'accroître la capacité des laboratoires partout au Canada.

Durant l'atelier de 2004 « Vers un réseau de surveillance », les participants ont jugé qu'il était nécessaire de mettre en place une collaboration entre les laboratoires d'analyses, au Canada et à

l'étranger, afin de valider les méthodes et de les comparer en vue d'une plus grande précision et d'une plus grande exactitude, d'améliorer l'échange des connaissances et de réduire le chevauchement des tâches concernant l'élaboration des méthodes et les initiatives de recherche. À l'issue de ces discussions, les participants ont recommandé l'élaboration d'un cadre en vue de réaliser :



- un compendium de méthodes dépendant d'une matrice (on reconnaît que les matrices peuvent varier);
- un mécanisme pour communiquer les méthodes et la validation respective de ces méthodes ainsi que les données de l'AQ et du CQ;
- un énoncé des objectifs de qualité des données afin de caractériser la méthode de l'AQ et du CQ et les exigences concernant les données nécessaires à la validation;
- des critères de rendement afin d'assurer la qualité constante des données lors des analyses d'échantillons systématiques.

Tous les participants à l'atelier sont parties prenantes à cette mesure à prendre. On a recommandé la création d'une entité nationale, qui collaborerait avec des organismes étrangers tels que ERAPharm, l'USEPA ou la United States Geological Survey (USGS). La Direction des services de laboratoire du ministère de l'Environnement de l'Ontario, le Groupe de gestion de l'information et de la qualité d'Environnement Canada et l'Association canadienne des laboratoires d'analyse environnementale (ACLAE) ont l'expérience nécessaire pour commencer à élaborer un tel cadre de travail.

Voici les prochaines étapes définies dans le cadre de cette mesure :

- les laboratoires intéressés doivent prendre l'initiative de la coordination et de l'établissement de moyens de communication efficaces;
- ces moyens de communication devront assurer l'échange des méthodes validées, des indicateurs de rendement connexes (comme les données AQ/CQ des opérations), des effets matriciels et des détails;
- rassembler les connaissances sur l'état actuel de la science analytique;
- identifier un groupe de composés cibles à partir de sources comme les données de références existantes, les données relatives à l'utilisation, les données du marché, les données de toxicité, les indicateurs d'évaluation des risques et la méthode d'analyse disponible des laboratoires participants;
- créer des matériaux de référence certifiés (MRC) et des matériaux de référence étalons (MRE) et commencer un test comparatif inter-laboratoires en vue d'obtenir des données et de comparer les résultats;
- étendre la collaboration pour une utilisation efficiente des ressources lors de la mise au point de nouvelles méthodes et de l'acquisition de normes;
- établir des sources de financement à long terme.

5.0 Aperçu des enjeux en matière de politiques et de gestion

De toute évidence, l'état de la science au Canada et ailleurs n'est pas encore suffisamment avancé pour comparer les options stratégiques possibles, ni même pour commencer à élaborer une stratégie de gestion des risques. Toutefois, avec ce 3^e atelier canadien, les organisateurs ont voulu étudier les questions stratégiques et de gestion de façon plus générale, la raison étant qu'il y a un ensemble croissant de recherches, non seulement sur les risques possibles que posent les PPSP dans l'environnement, mais aussi sur l'efficacité d'élimination de différentes technologies de traitement des eaux usées et une reconnaissance croissante du rôle potentiel d'autres options préventives concernant la protection des sources d'eau. En outre, bien que la science continue d'émerger dans ce domaine, la sensibilisation du public à cette question croît rapidement et il semble prudent de commencer à définir une suite d'options possibles pour répondre à ce problème et pour mieux les faire connaître aux décideurs.

L'information de cette section provient des conférenciers de l'atelier, des discussions qui ont suivi et de publications connexes. Cette section ne traite pas du processus réglementaire de l'évaluation des risques en tant que tel, mais de l'estimation et de l'évaluation de substances spécifiques, en vue d'une éventuelle réglementation de leur utilisation. Pour obtenir de plus amples renseignements sur le processus d'évaluation des risques au Canada, vous pouvez consulter la section 3.4 du présent rapport.

Options pour gérer l'exposition de l'environnement aux PPSP

5.1 Épuration des eaux usées

Bien que les SEEU soient conçues pour éliminer les matières organiques solides, les éléments nutritifs et les matières organiques biodégradables, par le biais de leurs opérations courantes, ces stations d'épuration peuvent aussi éliminer de nombreux types de PPSP. Les recherches publiées indiquent que la séquence la plus courante de traitement – décantation primaire suivie d'un traitement biologique, d'une clarification et d'une désinfection secondaires – peuvent éliminer plus de 90 % des composés perturbateurs du système endocrinien des eaux usées grâce à la dégradation et /ou la séparation (WERF, 2005).

Les égouts sont généralement considérés comme la principale voie de rejet des PPSP consommés par les ménages, les hôpitaux et l'industrie. Avec des milliers de PPSP différents sur le marché destinés à l'usage humain au Canada, les SEEU centralisées représentent une importante source ponctuelle de PPSP potentiels pour l'environnement aquatique et une importante occasion pour les processus d'élimination centralisés.

Cela, en plus de l'usage croissant de médicaments à usage thérapeutique – les dépenses en médicaments au Canada ont augmenté d'environ 12,2 % entre 1985 et 1992 (ICIS, 2004) –, justifie, pour une large part, les efforts considérables de recherche en cours pour étudier les mécanismes d'élimination des PPSP dans les SEEU centralisées.

En Europe, par exemple, le projet POSEIDON de l'EU, financé entre 2001 et 2004 en tant que priorité importante de recherche du Cinquième programme-cadre de recherche de la Communauté européenne, et appuyé par celui-ci, avait pour but d'évaluer les technologies optimales de traitement des eaux usées et de l'eau potable. Aux États-Unis, la Water Environment Research Foundation (WERF), l'American Water and Wastewater Association's Research Foundation (AWWARF) et la WaterReuse Foundation, ainsi que plusieurs instituts de recherche et d'agences urbaines des eaux, élaborent un compendium croissant des résultats de recherches effectuées sur l'élimination des PPSP au moyen de procédés de traitement des eaux usées. Au Canada, Environnement Canada, le ministère de l'Environnement de l'Ontario et plusieurs chercheurs universitaires participent à la recherche sur le traitement des eaux usées et des PPSP.

Résumer les résultats de la recherche dans ce domaine n'est pas simple. Le lecteur est invité à consulter les sections 3.3 et 7.0 pour obtenir de plus amples renseignements. Les PPSP individuels ont des propriétés chimiques et physiques distinctes qui impliquent des mécanismes potentiellement différents, et divers endroits d'élimination ou de réduction dans une SEEU. Les mesures de

réduction sont encore plus compliquées en raison des transformations biologiques, des effets des mélanges, des variations hydrauliques et de température, des limites des analyses et du mélange des procédés de différents traitements dans une SEEU. Un traitement avancé comme l'ionisation, le charbon activé ou la filtration par membrane dense font l'objet d'un intérêt considérable; en même temps, la recherche demeure active afin de mieux comprendre l'élimination par traitement conventionnel (traitements primaire, secondaire et tertiaire). Comprendre l'élimination par traitement conventionnel est particulièrement important dans le contexte canadien, car on n'assume le coût additionnel des traitements avancés que si la réutilisation des eaux usées est nécessaire, comme dans certaines régions européennes et dans le sud des États-Unis, alors que la nécessité de réutiliser les eaux usées au Canada n'est pas primordiale pour le moment. Bien que l'absence actuelle de preuves concernant l'étendue des effets environnementaux rende prématurée la décision d'augmenter les dépenses de fonctionnement et d'immobilisation, la plupart des chercheurs concluent que le traitement centralisé des eaux usées urbaines peut contribuer de façon importante à la réduction de la charge des PPSP dans l'environnement aquatique. Lorsque la preuve des effets toxicologiques sera suffisante pour justifier un traitement supplémentaire, il est probable que le concept de la réduction ne sera pas propre à un composé unique, mais sera plutôt basé sur la capacité globale d'éliminer les contaminants traces. Jusque là, la recherche dans ce domaine reste d'une importance fondamentale.



5.2 Traitement de l'eau potable

Bien que la recherche actuelle et que les nouvelles capacités d'analyse aient permis de détecter certains PPSP dans les sources d'eau potable non traitée, ceux-ci ont généralement été trouvés dans des proportions inférieures à la dose thérapeutique quotidienne. Cela a toutefois suscité des préoccupations au sujet des effets possibles sur la santé liés à la consommation d'eau potable, notamment la résistance aux antibiotiques, ainsi que les possibles effets chroniques inconnus à long terme causés par la prise de mélanges de PPSP en faibles concentrations sur les personnes vulnérables.

Généralement, là où on mène des recherches dans ce domaine, c'est-à-dire en Europe et aux États-Unis, cela s'effectue souvent dans le contexte d'une meilleure compréhension de l'élimination des CPSE durant les procédés centralisés permettant la réutilisation ou la valorisation de l'eau. Dans la région des Grands Lacs, un certain nombre de partenaires ont évalué, et continue d'étudier, la présence de produits pharmaceutiques et de produits chimiques perturbateurs du système endocrinien dans la rivière Detroit et l'efficacité de l'ozone pour dégrader ces composés (se reporter à la section 3.3 de Jasim).

Les articles scientifiques sont moins nombreux ici, bien que von Gunten et al. (2006) aient fourni récemment une synthèse de l'état des connaissances sur l'élimination des PPSP durant le traitement de l'eau potable :

- l'eau brute des réseaux d'aqueduc utilisant l'eau de surface est probablement contaminée par les nombreux produits pharmaceutiques, alors que la présence de ces produits dans les eaux souterraines est peu probable; selon le traitement de l'eau, l'eau potable prête à la mise en bouteilles pourrait contenir de faibles concentrations de produits pharmaceutiques;

- l'ozonisation, le charbon activé et la nanofiltration sont des procédés de traitement très efficaces pour éliminer les PPSP; les chaînes de traitement utilisant ces techniques avancées sont efficaces pour prévenir la contamination de l'eau potable par la plupart des produits pharmaceutiques;
- les réseaux d'aqueduc qui traitent les eaux souterraines ont de courtes chaînes de traitement, s'il en est, qui consistent le plus souvent à la simple désinfection par le chlore ou les UV; ces procédés sont inappropriés pour éliminer la plupart des produits pharmaceutiques;
- les opacifiants iodés sont parmi les composés les plus fréquemment retrouvés dans l'eau potable, car ils persistent généralement après un traitement au charbon activé ainsi qu'après traitement par procédé d'oxydation, comme l'ozonisation. Les seules options qui garantissent une complète élimination sont la nanofiltration, l'osmose inverse et la filtration par charbon activé avec de fréquents renouvellements ou régénérations;
- dans très peu de cas seulement, les concentrations de produits pharmaceutiques dans l'eau potable excèdent le niveau maximum de concentration européen de 0,1µg/L accepté pour les pesticides individuels;
- même si on prend la plus forte concentration de produits pharmaceutiques individuels relevée dans l'eau potable pour connaître les effets sur les humains, d'après les connaissances actuelles, les effets néfastes résultant de la consommation d'eau potable sont très peu probables.

5.3 Contrôle à la source, utilisation prudente et séparation à la source

Une autre catégorie générale de méthodes de gestion qui a fait l'objet de discussions durant l'atelier et qui a retenu le plus l'attention dans d'autres publications, c'est celle consistant à empêcher l'entrée des PPSP dans le courant des eaux usées, au départ. Le coût élevé des options avancées de traitements centralisés des PPSP a également suscité de l'intérêt pour les réductions à la source. Ainsi, à l'heure actuelle, les options de contrôle et de séparation à la source semblent être le traitement complémentaire au traitement au point de rejet, bien que l'on doive encore tester si ces options constituent l'approche la plus efficace en termes de coûts, d'énergie et d'élimination.

Généralement, **le contrôle à la source** a pour but de déterminer quels sont les composés qui entrent dans le système d'alimentation en eau et en quelles quantités. Essentiellement, le contrôle efficace à la source réduit les quantités absorbées ainsi que l'exposition écologique à certains composés. Les publications existantes font état de plusieurs possibilités :

- **l'écoétiquetage** : l'écoétiquetage vise à fournir aux consommateurs de l'information fiable sur l'intégrité écologique des produits, leur permettant ainsi d'opter pour des produits plus respectueux de l'environnement; des schémas d'évaluation de groupes spécifiques de produits parmi les produits de soins personnels existent déjà; les pays nordiques européens ont établi des critères d'attribution d'éco-étiquette pour les shampooings, les nettoyants corporels, les savons liquides et en pains. Des stratégies en matière d'éco-étiquetage des produits pharmaceutiques sont également élaborées en Europe (Joss et al., 2006b);
- **les programmes de reprise de produits** : les fabricants de produits pharmaceutiques ont été particulièrement actifs dans la mise en oeuvre de programmes permettant aux consommateurs de rapporter (sans frais) leurs médicaments non utilisés aux pharmacies; l'industrie pharmaceutique de Colombie-Britannique a, par exemple, instauré volontairement un programme de retour des médicaments en 1996. En 2004, plus de 90 % des pharmacies de la province y participaient (B.-C. MEO, 2007), bien que d'autres recherches soient nécessaires pour évaluer la rentabilité de ces programmes (p. ex., le type et le nombre de médicaments collectés, le taux de participation, les questions de conformité aux règlements, le coût des programmes, les sources de financement et l'élimination finale); au Canada, le site Web de l'Association pour la gestion des résidus pharmaceutiques post-consommation (AGRPC) donne de l'information récente sur les programmes de reprise des provinces et des municipalités (www.medicationsreturn.ca);

- **la réduction de la consommation de médicaments** : il est clair que de nombreux médicaments sont essentiels et, pour certains d'entre eux, il n'existe aucun substitut à ce jour. Parfois, cependant, il est possible d'opter pour d'autres choix thérapeutiques et d'appuyer des stratégies complémentaires (p. ex., amélioration de l'hygiène, de la nutrition et de l'accès aux soins de santé généraux); la Suède est en train de mettre en place une classification environnementale des produits pharmaceutiques qui aidera les professionnels de la santé à choisir les médicaments les moins persistants et les moins bioaccumulables lorsqu'ils décideront d'une thérapie à prescrire;
- **l'éducation** : les campagnes et les programmes d'éducation visant à fournir de l'information sur les effets des PPSP dans l'environnement et sur les solutions disponibles constituent un élément crucial pour améliorer l'application d'autres méthodes de contrôle à la source; les mesures prises par le public auront inévitablement des conséquences sur toutes les autres initiatives et peuvent contribuer de façon importante à la réduction des résidus de PPSP rejetés dans l'environnement;
- **la mise en place d'une culture de gestion responsable des produits** : la responsabilité élargie des producteurs ou la gestion de cycle de vie est souvent une option qui suppose de gérer le cycle de vie complet d'un produit depuis le début, en passant par sa conception et sa fabrication, jusqu'aux programmes de service et d'élimination. Cela signifie améliorer la gestion responsable des produits en élargissant la responsabilité de l'industrie et des secteurs de services sur les effets de leurs produits dans l'environnement. Diverses mesures, facultatives ou imposées par la loi, peuvent induire un changement vers des produits plus écologiques et peuvent influencer le rythme auquel de nouvelles solutions entreront sur le marché. Une attention accrue aux programmes de gestion de cycle de vie est l'une des principales nécessités dégagées durant cet atelier;
- **l'utilisation judicieuse des médicaments vétérinaires en agriculture** : les systèmes conventionnels d'élevage de bétail utilisent généralement des antibiotiques, de façon thérapeutique et prophylactique, et aussi pour augmenter l'indice de transformation. Bien que le rôle de cette utilisation agricole dans la promotion de la résistance des bactéries aux antibiotiques est en général difficile à déterminer, ce qui fait consensus, dans la communauté scientifique, c'est que l'approche la plus large est d'adopter la méthode de « l'utilisation judicieuse ». Cela consiste essentiellement à mettre en œuvre différentes pratiques de gestion afin de minimiser la consommation d'antibiotiques et d'éviter l'utilisation vétérinaire de médicaments employés en médecine humaine. Certaines méthodes d'élevage de bétail (p. ex, l'élevage biologique) font beaucoup moins appel aux produits pharmaceutiques.

Les initiatives de contrôle à la source comptent divers intervenants, des consommateurs aux médecins, en passant par l'industrie. En conséquence, pour voir des changements importants, il faudrait une action concertée de toutes les parties. Certaines initiatives, comme l'écoétiquetage et l'éducation, sont synergiques : elles peuvent lancer un débat public nécessaire au déclenchement d'une gestion responsable des produits, que l'industrie assumera volontairement, et la demande de produits écoétiquetés dirigera l'approvisionnement. De nombreuses initiatives bénévoles ont été plutôt fructueuses jusqu'à présent, toutefois, un règlement pourrait assurer une plus grande adhésion.

La séparation à la source est une forme particulière de contrôle, qui consiste à séparer et à traiter les flux concentrés de déchets de PPSP avant de les rejeter dans le système de collecte des eaux usées, où ils seront mélangés à celles-ci et en affecteront la qualité. Les options sont les suivantes :

- **le traitement sur site** : traiter les eaux usées industrielles, des hôpitaux et des maisons de repos avant évacuation empêchera que les eaux contenant des concentrations élevées de composés spécifiques ne « contaminent » les eaux contenant des concentrations de PPSP beaucoup plus faibles. Plus radicalement, les autorités locales peuvent réglementer la composition des eaux usées entrant dans les égouts au moyen de règlements administratifs. En ce qui concerne les installations de soins de santé, l'organisation sans but lucratif *Hospitals for a Healthy Environment* a élaboré un avant-projet pour gérer et minimiser les déchets pharmaceutiques dans les établissements de santé (Pines, 2006).

- **l'élimination des produits pharmaceutiques non utilisés** : agir en complémentarité des programmes de reprise, développer des voies préétablies pour l'élimination des produits pharmaceutiques non utilisés afin d'empêcher leur rejet dans les égouts ou dans les décharges représente une autre possibilité qui n'est pas assez étudiée. Le transport vers un site d'incinération, cependant, pourrait ne pas être considéré comme une option raisonnable dans le cas présent, et il convient de faire davantage de recherches sur des voies d'accès appropriées.
- **la séparation de l'urine** : la séparation de l'urine et des fèces est l'une des mesures domestiques les plus efficaces de séparation à la source. Puisqu'une grande quantité des produits pharmaceutiques ingérés est excrétée via l'urine, la séparation de ce flux de déchets permet la collecte d'une quantité importante de la consommation totale de produits pharmaceutiques à une concentration 100 fois plus élevée environ que celle retrouvée dans les eaux usées urbaines (IWA, 2006).

5.4 Gestion des biosolides et meilleures pratiques de gestion agricoles (MPG)

La boue est composée de la partie solide des eaux usées urbaines et de la matière solide qui se forme durant le traitement des eaux usées. Cette boue est stabilisée et réduite de volume par le biais d'une digestion aérobie ou anaérobie qui produit des biosolides. Les biosolides à la station d'épuration peuvent être traités selon différentes normes, dépendamment de l'usage final. Jones-Lepp et Stevens (2007) donnent un aperçu des normes réglementaires pour les pathogènes et les polluants, actuellement en place aux États-Unis et en Europe. Au Canada, les biosolides sont généralement épandus sur les terres agricoles s'ils satisfont aux règlements provinciaux concernant le contenu en métaux lourds. Les biosolides qui ne respectent pas les exigences en matière d'épandage sur le sol peuvent être rejetés dans des décharges ou incinérés. L'épandage sur le sol est la méthode la plus satisfaisante pour les biosolides du point de vue du recyclage des éléments nutritifs et de la matière organique qui retournent dans le sol pour les cultures agricoles.

Les PPSP sorbants seront séparés lors de la phase aqueuse en matière organique solide durant le traitement des eaux usées, et l'épandage sur le sol des biosolides peut constituer une voie plus importante d'exposition environnementale que les écoulements des eaux d'égout. (Kinney et al. 2006; Jones-Lepp & Stevens 2007; NAS 2002). En général, les connaissances sont encore limitées sur le devenir et le transport des PPSP après épandage sur le sol et des études ont détecté seulement de faibles niveaux de PPSP dans les écoulements d'eau des champs agricoles (WERF, 2005; Xia et al. 2005). Les pratiques de meilleure gestion des biosolides ont pour but de minimiser le transport des composés des biosolides, notamment les PPSP, de l'endroit d'épandage aux eaux adjacentes. La recherche actuelle porte sur l'efficacité de l'épandage à la surface par rapport à l'épandage par injection; les zones tampons entre les zones d'épandage et les cours d'eau et l'épandage avant et après des précipitations.



D'autres considérations concernant l'épandage sur le sol des biosolides incluent les effets potentiels des PPSP sur les organismes du sol, l'absorption par les plantes cultivées et la cinétique de la dissémination ainsi que les voies d'accès dans le sol. La recherche sur les options de gestion des biosolides épandus sur le sol est classée en deux catégories : 1. un meilleur traitement de la boue avant son épandage; et 2. l'application des MPG durant leur épandage sur le sol. Les travaux sur les MPG indiquent que le plus grand risque d'exposition se situe au moment de l'épandage des biosolides ou juste après (se reporter au résumé de Topp du présent document). Le risque de transport par écoulement ou par lessivage du sol est le plus élevé avant que les résidus de PPSP n'aient pu s'associer aux particules du sol. Le mélange des biosolides avec le sol lors de l'épandage pourrait réduire le risque d'écoulement.

6.0 Conclusions de l'atelier

L'atelier national sur les « Produits pharmaceutiques et de soins personnels dans l'environnement du Canada : Directions de la recherche et des politiques » a été très fructueux si l'on tient compte du nombre et de la diversité des participants, des discussions animées et de la rétroaction positive.

Les participants ont appuyé fermement la nécessité d'élaborer des cadres de travail et des modèles pour approfondir et transmettre nos connaissances sur les PPSP dans l'environnement canadien. Tous les ordres de gouvernement et l'industrie ont manifesté leur volonté d'agir. Ce qu'il faut faire maintenant, c'est nommer un responsable et trouver du financement disponible pour commencer les activités qui ont été définies durant les trois ateliers.

Les résultats de cet atelier fournissent une direction supplémentaire pour les mesures qui pourraient être prises afin de mieux comprendre les impacts des PPSP sur la santé environnementale. En particulier, les participants ont identifié des lacunes importantes au niveau des connaissances de base et la nécessité de mettre en place une surveillance normalisée et un contrôle des effets environnementaux. Ils ont évoqué la nécessité de communiquer plus efficacement entre eux ainsi qu'avec le public.

Bien que des approches de gestion aient été étudiées, il y a encore de nombreux problèmes à résoudre. Il existe toujours beaucoup d'incertitude entourant les PPSP dans l'environnement et de problèmes pour comprendre comment les produits chimiques réagissent lorsqu'ils sont mélangés. De plus, les sources les plus importantes de PPSP doivent encore être identifiées et, s'il y a lieu, les approches en matière de contrôle à la source doivent être établies et/ou améliorées.

Les participants ont insisté sur la nécessité de mettre en place un réseau de surveillance, de créer un répertoire des activités et d'élaborer un cadre de travail cohérent pour l'analyse des PPSP, et ils ont donné des conseils sur la façon de créer et de maintenir ces activités. Dans l'ensemble, les participants pensent que le problème des PPSP doit être résolu au niveau des bassins hydrographiques, à grande échelle.

Le thème commun qui est revenu dans tous les sujets de discussions a été l'importance de la communication entre les chercheurs, les évaluateurs de risques, les autorités de réglementation, les gestionnaires chargés des eaux usées et le public. On a recommandé la création d'un « centre d'échanges » centralisé, voué à la recherche et à la gestion des données afin de renforcer la communication et l'échange d'informations. Pour continuer à progresser et à améliorer les relations entre les parties concernées, on a également recommandé la tenue d'un atelier de suivi en février 2009.

7.0 Références et ouvrages recommandés

- Anderson, P.D., V.J. D'Aco, P. Shanahan, S.C. Chapra, M.E. Buzby, V.L. Cunningham, B.M. Duplessie, E.P. Hayes, F.J. Mastrocco, N.J. Parke, J.C. Rader, J.H. Samuelian et B.W. Schwab. 2004. Screening analysis of human pharmaceutical compounds in U.S. surface waters. *Environ. Sci. Technol.* 38(3): 838-849.
- Blaise, C., F. Gagné, P. Eullaffroy et F. Férard. 2007. Ecotoxicity of selected pharmaceuticals of urban origin discharged to the Saint-Lawrence River (Québec, Canada): a review. *Brazil J. Aquat. Sci. Toxicol.* (sous presse).
- British Columbia Ministry of Environment (BCMOE) (2007) « Post-Consumer Pharmaceutical Stewardship Program ». British Columbia Ministry of Environment. <http://www.env.gov.bc.ca/epd/epdpa/ips/meds/index.html>.
- Caminada D., Escher C., Fent K. 2006. Cytotoxicity of pharmaceuticals found in aquatic systems: comparison of PLHC-1 and RTG-2 fish cell lines. *Aquatic Toxicology* 79: 114-123.
- Institut canadien du droit et de la politique de l'environnement (ICDPE). 2006 *There is No "Away". Pharmaceuticals, Personal Care Products, and Endocrine Substances: Emerging Contaminants Detected in Water.* Janvier.
- Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). 2004. *Dépenses en médicaments au Canada, de 1985 à 2003*, Ottawa http://secure.cihi.ca/cihiweb/products/DrugExpRep2004_f.pdf.
- Clara, M. Kreuzinger, N. Strenn, B. Gans, O. Kroiss, H., 2005. The solids retention time – a suitable design parameter to evaluate the capacity of wastewater treatment plants to remove micropollutants. *Water Research.* 39: 97-106.
- Fent K., Escher C., Caminada D. 2006. Estrogenic activity of pharmaceuticals and pharmaceutical mixtures in a yeast reporter gene system. *Reproductive Toxicology* 22: 175-185.
- Fent, K., A.A. Weston et D. Caminada. 2006. Ecotoxicology of human pharmaceuticals. *Aquat. Toxicol.* 76: 122-159.
- Gagné, F. et C. Blaise. 2004. Effects of pharmaceuticals on aquatic biota – A review. *Current Topics in Toxicology* 1: 73-86.
- Gagné, F., C. Blaise et C. André. 2006. Occurrence of pharmaceutical products in a municipal effluent and toxicity to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) hepatocytes. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 64 (3): 329-336.
- Gravel, A. et M.M. Vijayan. 2006. Salicylate disrupts interregional steroidogenesis and brain glucocorticoid receptor expression in rainbow trout. *Toxicol. Sci.* 93(1): 41-49.
- Heidler, J., A. Sapkota et R.U. Halden. 2006. Partitioning, persistence, and accumulation in digested sludge of the topical antiseptic Triclocarban during wastewater treatment. *Environ. Sci. Technol.* 40: 3634-3639.
- Ikehata, K. N.J. Naghashkar, et M. Gamal El-Din. 2006. Degradation of Aqueous Pharmaceuticals by Ozonation and Advanced Oxidation Processes: A Review. *Ozone Science & Engineering.* 28: 353-414.
- International Water Association (IWA). 2006. *Human Pharmaceuticals, Hormones and Fragrances: The Challenge of micropollutants in urban water management* T. A. Ternes et A. Joss (éd.). IWA Publishing.
- Jasim, S.Y., A. Irabelli, P. Yang, S. Ahmed et L. Schweitzer. 2006. Presence of pharmaceuticals and pesticides in Detroit River water and the effect of ozone on removal – A review. Taylor & Francis. *Ozone Science & Engineering.* Vol. 28.
- Jasim, S.Y., S. Mazloum, D. Grimm et G.R. Boyd. 2003. Evaluation of the presence of endocrine disrupters chemicals (EDCs) in Detroit River and the effect of water treatment processes on their removal. Présenté au 16^e World Congress-International Ozone Association, Las Vegas, Nevada, 31 août – 5 septembre 2003.
- Jasim, S.Y., W. Hua, R. Letcher, L. Schwietzer, F. Lemieux, S. Mazloum, G. Krantzberg et M. Burrows. 2003. Endocrine disrupters chemicals (EDCs) presence in water supplies and effect of treatment process on removal – A Great Lakes Region Concern. Présenté au WQTC-AWWA de 2004, Philadelphie, PA, 2-6 novembre 2003.
- Jones-Lepp, T.L., Stevens, R. 2007. Pharmaceuticals and personal care products in biosolids/sewage sludge: the interface between analytical chemistry and regulation. *Anal Bioanal Chem.* Fév. 387(4): 1173-83.
- Joss, A., Carballa, M., Kreuzinger, N., Siegrist, H., et S. Zabczynski, 2006a. "Wastewater Treatment" dans *Human Pharmaceuticals, Hormones and Fragrances: The Challenge of micropollutants in urban water management* T. A. Ternes et A. Joss (éd.). IWA Publishing.

- Joss, A., Klashka, U., Knacker, T., Liebig, M., Lienert, J., Ternes, T.A. et A. Wennmalm. 2006b. dans *Human Pharmaceuticals, Hormones and Fragrances: The Challenge of micropollutants in urban water management*. T.A. Ternes et A. Joss (éd). IWA Publishing.
- Joss, A, S. Zabczynski, A. Gobel, B. Hoffmann, D. Loffler, C. McArdeell, T. Ternes, A. Thomsen, et H. Siegrist. 2006. Biological degradation of pharmaceuticals in municipal wastewater treatment: Proposing a classification scheme. *Water Research*. 40: 1686-1696.
- Kinney, C.A., E.T. Furlong, S.D. Zaugg, M.R. Burkhardt, S.L. Werner, J.D. Cahill et G.R. Jorgensen. 2006. Survey of organic wastewater contaminants in biosolids destined for land application. *Environ. Sci. Technol.* 40: 7207-7215.
- Kunz, P.Y., H.F. Galicia et K. Fent. 2006. Comparison of *in vitro* and *in vivo* estrogenic activity of UV filters in fish. *Toxicol. Sci.* 90: 349-361.
- Kunz, P.Y., T. Gries et K. Fent. 2006. The ultraviolet filter 3-benzylidene camphor adversely affects reproduction in fathead minnow (*Pimephales promelas*). *Toxicol. Sci.* 93(2): 311-321.
- Kunz, P.Y. et K. Fent. 2006. Estrogenic activity of UV filter mixtures. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 217: 86-99.
- Kunz P.Y. et K. Fent. 2006. Multiple hormonal activity of UV filters *in vitro* and comparison of *in vitro* and *in vivo* estrogenic activity of ethyl 4-aminobenzoate in fish. *Aquatic Toxicology* 79: 305-324.
- Liu, G. T.W. Moon, C.D. Metcalfe, L.E.J. Lee et V.L. Trudeau. 2005. A teleost *in vitro* reporter gene assay to screen for agonists of the peroxisome proliferators-activated receptors. *Environ. Toxicol. Chem.* 24(9): 2260-2266.
- Matuszewski, B.K., M.L. Constanzer et C.M. Chavez-Eng. 2003. Strategies for the assessment of matrix effect in quantitative bioanalytical methods based on HPLC-MS/MS. *Anal. Chem.* 75: 3019-3030.
- Miao, Xiu-Sheng et C.D. Metcalfe. Analysis of neutral and acidic pharmaceuticals by liquid chromatography mass spectrometry (LC-MS, LC-MS/MS). dans M. Petrovic et D. Barcelo (éd.). *Analysis, Fate and Removal of Pharmaceuticals in the Water Cycle*, Elsevier (sous presse).
- Mimeault, C., A.J. Woodhouse, X.-S. Miao, C.D. Metcalfe, T.W. Moon et V.L. Trudeau. 2005. The human lipid regulator, gemfibrozil bioconcentrates and reduces testosterone in the goldfish, *Carassius auratus*. *Aquat. Toxicol.* 73: 44-54.
- National Academy of Science (NAS). 2002. « Biosolids applied to land: Advancing standards and practices ». Committee on toxicants and pathogens in biosolids applied to land. Board on environmental studies and toxicology, Division on earth and life studies, National Research Council, Washington D.C.: National Academy Press.
- Pines, E. 2006. *Managing Pharmaceutical Waste: A 10-Step Blueprint for Health Care Facilities in the United States*. Hospitals for a Healthy Environment. Avril.
- Schwab, B.W., E.P. Hayes, J.M. Fiori, F.J. Mastrocco, N.M. Roden, D. Cragin, R.D. Meyerhoff, V.J. D'Aco et P.D. Anderson. 2005. Human pharmaceuticals in US surface waters: a human health risk assessment. *Regulatory Toxicol. Pharmacol.* 42(3): 296-312.
- von Gunten, U., Janex-Habibi, M-L., Ternes, T.A. et L. Weber. 2006. "Removal of PPCPS During Drinking Water Treatment." in *Human Pharmaceuticals, Hormones and Fragrances: The Challenge of micropollutants in urban water management*. T. A. Ternes et A. Joss (éd). IWA Publishing.
- Water Environment Research Foundation (WERF). 2005. *Technical Brief: Endocrine Disrupting Compounds and Implications for Wastewater Treatment*. Technical Brief 04-WEM-6, Co-published by IWA Publishing.
- Xia, K., A. Bhandari, K. Das, et G. Pillar. 2005. Occurrence of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in biosolids. *Journal of Environmental Quality*. 34: 91-104.

ANNEXE A : Programme de l'atelier

Objectif

Tirer profit du succès des deux ateliers précédents tenus à Niagara-on-the-Lake (en 2002 et en 2004) pour maintenir l'élan de la recherche sur les PPSP au Canada et examiner les conséquences sur les politiques.

Organisation

- Aperçu des présentations sur l'état actuel de la recherche et des politiques.
- Discussion ouverte d'une demi-journée, dirigée par un facilitateur professionnel.
- En parallèle, présentation d'affiches illustrant de façon détaillée les travaux.

Réalisations attendues

- 1 Recueil sur l'état de la science
- 2 Liste limitée des priorités, détermination des questions stratégiques et des mesures à prendre
- 3 Établissement de partenariats de recherche pour combler les lacunes relevées
- 4 Résumés des affiches

Jour 1 : lundi 5 mars

Heure	Sujet	Conférencier
15 h – 17 h	Arrivée, enregistrement à l'hôtel et inscription à l'atelier	Hall d'entrée / Grand Georgian Ballroom
15 h – 19 h	Présentation par affiches	Grand Georgian Ballroom
18 h	Accueil et présentations	Comité organisateur
18 h	Allocutions d'ouverture	John Carey, Environnement Canada Andrew Beck, Santé Canada
18 h 15 – 19 h	Conférencier d'honneur : « Produits pharmaceutiques et composés absorbant les UV (filtres UV): Effets dans l'environnement aquatique »	Karl Fent, Université des Sciences Appliquées, Muttenz, Switzerland
19 h – 22 h	Souper	Tiara Dining Room, Organisé par le Réseau canadien de l'eau

Jour 2 : mardi 6 mars

Heure	Sujet	Conférencier
7 h 30	Inscription	Hall d'entrée / Grand Georgian Ballroom
7 h 30	Déjeuner	Tiara Dining Room
8 h 45	Revue du programme	Lura Consulting
9 h	Exposition et surveillance : alors et maintenant, 2002–2006	Mark Servos, Réseau canadien de l'eau
9 h 30	Exposition et surveillance : mandat et activités d'Environnement Canada	Sean Backus, Surveillance de la qualité de l'eau and Surveillance, Environnement Canada (EC)
9 h 45	Activités provinciales : Alberta	Thorsten Hebben, Environmental Assurance Division, Alberta Environment
10 h	Activités provinciales : Ontario	Sonya Kleywegt, Standards Development Branch, Ontario Ministry of Environment
10 h 15	Pause-café, Hall d'entrée	Présentation par affiches, Grand Georgian Ballroom
10 h 45	Effets environnementaux : recherche à EnvironnementCanada	François Gagné, Recherche sur la protection des écosystèmes aquatiques, Environnement Canada
11 h 15	Effets environnementaux : écosystèmes d'eau douce	Tom Moon, Département de biologie, Université d'Ottawa
11 h 45	Effets environnementaux : écosystèmes marins	Katsuji Haya, Division des sciences de l'environnement marin, Pêches et Océans Canada

Heure	Sujet	Conférencier
12 h 15	Dîner, Tiara Dining Room	Organisé par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
13 h 30	Effets environnementaux : résistance aux antibiotiques	Tom Edge, Recherche sur la protection des éco-systèmes aquatiques, Environnement Canada
14 h	Besoins et progrès de la chimie analytique	Chris Metcalfe, Environmental and Resource Science, Université Trent
14 h 30	Surveillance de l'eau potable	Saad Jasim, Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau
15 h	Pause-café, Hall d'entrée	Présentation par affiches, Grand Georgian Ballroom
15 h 30	Réduction de l'exposition : traitement des eaux usées	Lori Lishman, Recherche sur la protection des écosystèmes aquatiques, Environnement Canada
16 h	Réduction de l'exposition : biosolides et fumier	Edward Topp, Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments - Agriculture et Agroalimentaire Canada
16 h 30	Recherche dans l'industrie pharmaceutique	Mary Buzby, Merck and Co Inc
17 h	Fin de la séance	
18 h	Souper, Tiara Dining Room	Présentation par affiches, Grand Georgian Ballroom

Jour 3 : mercredi 7 mars

Heure	Sujet	Conférencier
7 h :30	Déjeuner	Tiara Dining Room
8 h 30	Résumé de la 2 ^e journée	Lura Consulting
8 h 40	Santé Canada : Règlements environnementaux en vertu de la LCPE	Gordon Stringer, Direction des politiques, de la planification et des affaires internationales (SC)
9 h 05	Santé Canada : Évaluation des risques	Andrew Beck, Bureau de l'évaluation et du contrôle des substances nouvelles (SC)
9 h 30	Santé Canada : Substances commercialisées	Neil Tolson, Bureau de l'évaluation et du contrôle des substances nouvelles (SC)
9 h 55	Projet ERAPharm : évaluations des risques environnementaux	Joanne Parrott, Recherche sur la protection des écosystèmes aquatiques, (EC)
10 h 15	Pause-café, Hall d'entrée	Présentation par affiches, Grand Georgian Ballroom
10 h 45	Gestions des eaux usées urbaines : Vancouver	Andrew Marr, Utility Analysis and Environmental Management - District régional du Grand Vancouver
11 h 00	Activités provinciales : Québec	Caroline Robert, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec
11 h 15	Aux frais des participants	Lura Consulting
11 h 30	Dîner, Tiara Dining Room	Organisé par le Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau
12 h 30	Groupes de discussions animés par un facilitateur	
14 h 00	Pause-café, Hall d'entrée	Présentation par affiches, Grand Georgian Ballroom
14 h 30	Récapitulation et discussion ouverte	Lura Consulting
15 h 50	Mot de la fin	Comité organisateur
16 h 00	Fin de la séance	

ANNEXE B : Liste des participants

Harry Abbink

Superviseur général
Asset Management & Public Works
City of Edmonton
3rd floor, 9803 - 102A Avenue, c/o
Travel & Training
Edmonton, AB T5J 3A3
connie.dubuc@edmonton.ca

Mehran Alaei

Chercheur, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
mehran.alaei@ec.gc.ca

Mark Anderson

Ingénieur chargé de la qualité de l'eau
Grand River Conservation Authority
400 Clyde Rd
Cambridge (Ontario) N1R 5W6
grca@grandriver.ca

Barbara Anderson

Conseillère principale en politiques
Direction des politiques de gestion
des eaux
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario
135, avenue St. Clair Ouest
Toronto (Ontario) M4V 1P5
barbara.anderson@ontario.ca

David Andrews

Professeur, de génie civil
Université de Toronto
35, rue St. George
Toronto (Ontario) M5S 1A4
andrews@civ.utoronto.ca

Robert C. Andrews

Gestionnaire, Services
d'exploitation des eaux usées, du
transport et de l'environnement
Municipalité régionale de Waterloo
150, rue Frederick, 7^e étage
Kitchener (Ontario) N2G 4J3
adavid@region.waterloo.on.ca

Sean Backus

Scientifique de l'environnement
Surveillance de la qualité de l'eau
de l'Ontario
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
sean.backus@ec.gc.ca

Vimal Balakrishnan

Chercheur, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
vimal.balakrishnan@ec.gc.ca

Scott Barrett

Adjoint de direction, Conseil consul-
tatif ontarien de l'eau potable
40, avenue St. Clair Ouest, 3^e étage
Toronto (Ontario) M4V 1M2
scott.barrett@ontario.ca

Alain Beaudoin

Toxicologue, Bureau de l'eau, de l'air
et du changement climatique
Santé Canada
269, rue Laurier Ouest, 3^e étage AL 4903A
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
alain.beaudoin@hc-sc.gc.ca

Andrew Beck

Chef, de la section de l'Unité d'évalua-
tion environnementale, BECSN
Santé Canada
123, rue Slater
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
andrew_beck@hc-sc.gc.ca

Rajesh Bejankiwar

Spécialiste de la qualité de l'eau
Protection de l'eau de source
Office de protection de la nature
de la région d'Essex
360, avenue Fairview Ouest
Essex (Ontario) N8M 1Y6
rbejankiwar@erca.org

Detlef A. Birkholz

Directeur, Recherche et développement
ALS Laboratory Group
9936 - 67th Avenue
Edmonton, AB T6E 0P5
Deib.birkholz@alsenviro.com

Gail Bonnell

Agente, Projets spéciaux et coordination
Innovation et coordination du programme
Environnement Canada
351, boul. Saint-Joseph, 14^e étage
Gatineau (Québec) K1A 0H3
gail.bonnell@ec.gc.ca

Jeff Borisko

Programme régional de surveillance
des bassins versants
Office de protection de la nature
de Toronto et de la région
5 Shoreham Drive
Toronto (Ontario) M3N 1S4
jborisko@trca.on.ca

Vadim Bostan

Chargé d'enseignement,
Chimie et biologie
Université Ryerson
350, rue Victoria
Toronto (Ontario) M5B 2K3
vbostan@ryerson.ca

Cathie Brown

Gestionnaire de projet
Protection de l'eau de source
Ausable Bayfield & Maitland
Valley Partnership
711108 Morrison Line
Essex (Ontario) N0M 1S5
cbrown@abca.on.ca

Debbie Burniston

Scientifique de l'environnement
Bureau de la surveillance de la
qualité de l'eau de l'Ontario
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
debbie.burniston@ec.gc.ca

Mary E. Buzby

Directrice, GSE Technology
Global Safety and the Environment
Merck Co. Inc.
Two Merck Drive
Whitehouse Station, NJ 08889
buzbym@merck.com

Ashley Barrie

Water Quality and Compliance
Public Works
Region of Peel
1200 Lakeshore Rd E.
Mississauga (Ontario) L5E 1E9
ashley.barrie@peelregion.ca

Brad Carew

Ingénieur en ressources hydrauliques
Protection de l'eau de source
Proposed Mississippi - Rideau
Watershed Region
1130, rue Mill
Manotick (Ontario) K4M 1A5
brad.carew@mrsourcewater.ca

John Carey

Directeur général
Sciences et technologie - Eau
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
John.carey@ec.gc.ca

Carl Carter

Premier-vice président
Association canadienne des cosmé-
tiques, produits de toilette et parfums
420 Britannia Road East, Suite 102
Mississauga (Ontario) L4Z 3L5
ccarter@cctfa.ca

Maureen Carter-Whitney

Directrice de recherche
Institut canadien du droit et de la
politique de l'environnement
130, avenue Spadina, bureau 305

Toronto (Ontario) M6G 1V2
research@cielap.org

Allan Cessna

Chercheur, Agriculture et agroalimentaire Canada
Environnement Canada
11 Innovation Blvd
Saskatoon, SK S7N 3H5
allan.cessna@ec.gc.ca

Jack Chan

Technical Sales, ALS Environmental
60 Northland Road Unit 1
Waterloo (Ontario) N2V 2B8
jack.chan@alsenviro.com

Son Chau

Vice-président, Affaires scientifiques et réglementaires
L'Oréal Canada
1500, rue University, bureau 600
Montréal (Québec) H3A 3S7
schau@ca.loreal.com

Al Colodey

Évaluateur principal,
Matières inorganiques
Environnement Canada
351, boul. St-Joseph
Gatineau (Québec) K1A 0H3
yves.couillard@ec.gc.ca

Yves Couillard

Évaluateur principal,
Matières inorganiques
Environnement Canada
351, boul. St-Joseph
Gatineau (Québec) K1A 0H3
yves.couillard@ec.gc.ca

George Crawford

Technology Fellow,
Wastewater Treatment, CH2M Hill
255 Consumers Road
Toronto (Ontario) M2J 5B6
george.crawford@ch2m.com

Sarah Cumberbirch

Analyste principale des politiques
Effluent des eaux usées municipales
Environnement Canada
351, boul. St-Joseph
Gatineau (Québec) K1A 0H6
sarah.cumberbirch@ec.gc.ca

David Dilks

Président, Lura Consulting
515 Consumers Road
Toronto (Ontario) M2J 4Z2
ddilks@lura.ca

Nora Doerr-MacEwen

Aspirante au doctorat
School of Planning
Université de Waterloo
200, avenue University Ouest
Waterloo (Ontario) N2L 3G1
nadoerr@fes.uwaterloo.ca

Vic Dopke

Agent de l'environnement, Public Works
Region of Niagara
3501 Schmon Parkway
Thorold (Ontario) L2V 4T7
vic.dopke@regional.niagara.on.ca

Jenn Dykeman

Assistante administrative/opératrice
de traitement de textes, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd.
Burlington (Ontario) L7R 4A6
jenn.dykeman@ec.gc.ca

Tom Edge

Chef d'études, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd.
Burlington (Ontario) L7R 4A6
tom.edge@ec.gc.ca

T. Duncan Ellison

Directeur exécutif
Association canadienne des eaux
potables et usées
1010, rue Polytek – Unité 11
Ottawa (Ontario) K1J 9H9
tdellison@cwva.ca

Susan Evans

Spécialiste de la qualité de l'eau
Grand River Conservation Authority
400 Clyde Rd, Box 729
Cambridge (Ontario) N1R 5W6
grca@grandriver.ca

Patricia Falletta

Sous-chef, Laboratoires et projets de
recherche en chimie, DRGEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
pat.falletta@ec.gc.ca

Dave Fellowes

Spécialiste de l'évaluation de l'eau
potable, Direction de la surveillance
environnementale
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario
125 Resources Road, West Wing
Toronto (Ontario) M9P 3V6
dave.fellowes@ontario.ca

Karl Fent

Professeur, Haute école des
Sciences de la vie
Université des sciences appliquées
Grüdenstrasse 40
Muttenz, Suisse, CH-4132
Karl.Fent@bluewin.ch

Kim Fernie

Biologiste, Substances toxiques
pour la faune
Service canadien de la faune
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd

Burlington (Ontario) L7R 4A6
Kim.Fernie@ec.gc.ca

Tim Fletcher

Chef d'équipe, Normes écologiques
Direction de l'élaboration des normes
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario
40, avenue St. Clair Ouest
Toronto (Ontario) M4V 1M2
tim.fletcher@ontario.ca

Vesna Furtula

Chercheur, Laboratoire des essais envi-
ronnementaux du Pacifique et du Yukon
Environnement Canada
2645 Dollarton Highway
North Vancouver, BC V7H 1B1
vesna.furtula@ec.gc.ca

François Gagné

Chercheur, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
105, rue McGill
Montréal (Québec) H2Y 2E7
francois.gagne@ec.gc.ca

Christian Gagnon

Chercheur, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
105, rue McGill, 7^e étage
Montréal (Québec) H2Y 2E7
christian.gagnon@ec.gc.ca

Anne-Marie Garand-Sheirdan

M.Sc.A. Étudiante en ingénierie
environnementale, Génie civil
Université d'Ottawa
161 Louis Pasteur, bureau A-106
Case postale 450, Station A
Ottawa (Ontario) K1N 6N5
agara073@uottawa.ca

Jean-Louis Gaudet

Consultant, Lura Consulting
515 Consumers Road
Toronto (Ontario) M2J 4Z2
jgaudet@lura.ca

Melissa Gledhill

Scientifique en études environnemen-
tales, Surveillance de la qualité de
l'eau du Pacifique et du Yukon
Environnement Canada
#201-401, Burrard Street
Vancouver, BC V6C 3S5
melissa.gledhill@ec.gc.ca

Josey Grabuski

Chimiste en applications
Laboratoire national des essais
environnementaux
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
josey.grabuski@ec.gc.ca

Greg Hammond

Chef, Évaluation et politiques des substances chimiques nouvelles
Environnement Canada
351, boul. St-Joseph PVM 14
Gatineau (Québec) K1A 0H3
greg.hammond@ec.gc.ca

Susan Hansler

Ingénieur de projet, Eau/Eaux usées
XCG Consultants Ltd
2620 Bristol Circle, bureau 300
Oakville (Ontario) L6H 6Z7
susanh@xcg.com

Chunyan Hao

Chercheur principal en techniques de séparation, Section de chromatographie appliquée, IaSB
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
125 Resources Road
Etobicoke (Ontario) M9P 3V6
chunyan.hao@ontario.ca

Andreas Hartmann

Chef, Environnement global
Novartis Pharma AB, Werk Rosental
Bâtiment WRO-1241.3.01
Bâle, Suisse, CH-4058
andreas-2.hartmann@novartis.com

Kats Haya

Chef de section, Station biologique de St Andrews
Pêches et Océans Canada
531 Brandy Cove Road
St. Andrews (Nouveau-Brunswick) E5B 2L9
hayak@mar.dfo-mpo.gc.ca

Thorsten Hebben

Spécialiste de la qualité de l'eau/limnologue
Alberta Environment
9820 - 106 Street, 12th Floor
Edmonton, AB T5K 2J6
thorsten.hebben@gov.ab.ca

Paul Helm

Chercheur principal, Grands Lacs
Direction de la surveillance environnementale
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
125 Resources Road, West Wing
Toronto (Ontario) M9P 3V6
paul.helm@ontario.ca

Jim Higgins

Director, Ecological Engineering
Jacques Whitford Limited
3430 South Service Road
Burlington, (Ontario) L7N 3T9
jim.higgins@jacqueswhitford.com

John Hilborn

Conseiller principal
Sciences et évaluation des risques

Environnement Canada
351, boul. St-Joseph
Gatineau (Québec) K1A 0H3
john.hilborn@ec.gc.ca

Lisa James

Présidente et directrice générale
The Environmental Advisory Group
43-2205 South Millway
Mississauga (Ontario) L5L 3T2

Saad Jasim

Directeur général
Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau
220 Trillium Court
Case postale 160
Walkerton (Ontario) N0G 2V0
sjasim@wccw.ca

Paul Klawunn

Chef, Section des études régionales
Surveillance de la qualité de l'eau de l'Ontario
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
paul.klawunn@ec.gc.ca

Sonya Kleywegt

Chercheure
Direction de l'élaboration des normes
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
40, avenue St. Clair Ouest
Toronto (Ontario) M4V 1M2
sonya.kleywegt@ontario.ca

Diane Koniecki

Agente principale de science
Sécurité des produits de consommation
Santé Canada
123, rue Slater
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
Diane_Koniecki@hc-sc.gc.ca

Jennifer Kormos

Étudiante diplômée, Biologie
Université de Waterloo
200, avenue University Ouest
Waterloo (Ontario) N2L 3G1
jlkormos@sciborg.uwaterloo.ca

Cariton Kubwabo

Chercheur
Santé Canada
50, promenade Columbine, Pré Tunney
Ottawa (Ontario) K1A 0K9

Micheal Lazorchak

Étudiant en droit environnemental
Vermont Law School
PO Box 902
South Royalton, Vermont 05068
mlazorchak@vermontlaw.edu

Emilie Lagacé

Analyste des politiques

Liaison sciences et technologie
Environnement Canada
8, place Vincent Massey
351, boul. St-Joseph
Gatineau (Québec) K1A 0H3
emilie.lagace@ec.gc.ca

André Lajeunesse

Chimiste, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
105, rue McGill, 7^e étage
Montréal (Québec) H2Y 2E7
andre.lajeunesse@ec.gc.ca

Raymond Landry

Gestionnaire des opérations
Opérations des eaux usées
Municipalité régionale de Niagara
2201 Davids Rd
Thorold (Ontario) L2V 4T7
linda.king@regional.niagara.on.ca

Andrew Laursen

Chargé d'enseignement
Chimie et biologie
Université Ryerson
350, rue Victoria
Toronto (Ontario) M5B 2K3
alaursen@ryerson.ca

Pam Law

Ingénieur de projet,
Water Business Group
CH2M Hill
72, rue Victoria Sud, bureau 300
Kitchener (Ontario) N2G 4Y9
pam.law@ch2m.com

John Lawrence

Directeur, DRGEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
j.lawrence@ec.gc.ca

James Lazorchak

Acting Chief, Molecular Indicators
Research Branch
Office of Research and Development
USEPA
26 W Martin Luther King Dr.
Cincinnati, OH 45268
lazorchak.jim@epa.gov

David Lembcke

Coord. de la surveillance de l'environnement
Watershed Science
Lake Simcoe Region C.A.
120 Bayview Prky
Newmarket (Ontario) L3Y 4X1
d.lembcke@lsrca.on.ca

Trisha Leszczynski

Coordinatrice des politiques sur l'environnement
Politiques sur l'environnement
Ville d'Oakville

1225 Trafalgar Road
Oakville (Ontario) L6J 5A6
tleszczynski@oakville.ca

Patrick Levallois

Conseillère médicale
Risques biologiques et environnementaux
Institut national de santé publique
945, avenue Wolfe, 4^e étage
Québec (Québec) G1V 5B3
patrick.levallois@msp.ulaval.ca

Lori Lishman

Ingénieur en recherches d'eau usagée
DRGEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
lori.lishman@ec.gc.ca

Linda Lissemore

Superviseure, Trace Organics and
Pesticides, Laboratory Services
Université de Guelph
95 Stone Road West
Guelph (Ontario) N1H 8J7
llissemo@lsd.uoguelph.ca

Andrea Lister

Étudiante diplômée, Biologie intégrative
Université de Guelph
50 Stone Road E
Guelph (Ontario) N1G 2W1
alister@uguelph.ca

Darcy Longpre

Spécialiste, Évaluation des risques et
toxicologie, Programme de protection
de l'environnement
Santé Canada
1001, rue Saint-Laurent Ouest
Longueuil (Québec) J4K 1C7
darcy_longpre@hc-sc.gc.ca

Edwina Lopes

Gestionnaire p.i., Section de la
promotion du rendement
Environnement Canada
4905, rue Dufferin
Toronto (Ontario) M3H 5T4
edwina.lopes@ec.gc.ca

Chris Lowe

Agent, sciences de l'environnement
Programmes scientifiques
Capital Regional District
Box 1000, 625 Fisgard Street
Victoria, BC V8W 2S6
clowe@crd.bc.ca

Harold Malle

Chimiste de garantie de la qualité
Laboratoire national des essais
environnementaux
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario), L7R 4A6
harold.malle@ec.gc.ca

Vicki Marlatt

Étudiante de 3^e cycle, aspirante au
doctorat, Centre de Recherche Avancée
en Génomique Environnementale,
Département de biologie
Université d'Ottawa
30, Marie Curie
Ottawa (Ontario) K1N 6N6
vmarlatt@yahoo.com

Andrew D. Marr

Ingénieur principal
Politiques et planification
Greater Vancouver Regional District
11th floor - 4330 Kingsway
Burnaby, BC V5H 4G8
andrewmarr@gvrdb.bc.ca

Chris Marvin

Chercheur
DRGEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
chris.marvin@ec.gc.ca

Anne McConnell

Directrice, Affaires réglementaires et
Environnement, Relations extérieures
Procter & Gamble Inc
PO Box 355, Station A
Toronto (Ontario) M5W 1C5
Mcconnell.ae@pg.com

Anne McConnell

Director, Regulatory and Environment
External Relations
Procter & Gamble Inc
PO Box 355, Station A
Toronto, Ontario, M5W 1C5
Mcconnell.ae@pg.com

Rodney McInnis

Technologue, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd.
Burlington (Ontario) L7R 4A6
rodney.mcinnis@ec.gc.ca

Alison McLaughlin

Toxicologue/Évaluateur principal
Unité d'évaluation environnementale,
BECSN
Santé Canada
123, rue Slater, 5^e étage
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
alison_mclaughlin@hc-sc.gc.ca

Mark McMaster

Chercheur, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
mark.mcmaster@ec.gc.ca

Peter Meerveld

Directeur, Gestion de l'environnement
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimen-

tation et des Affaires rurales de l'Ontario
1 Stone Road West
Guelph (Ontario) N1G 4Y2
peter.meerveld@ontario.ca

Jan Mennigen

Étudiant de troisième cycle, Biologie
Université d'Ottawa
30, Marie Curie
Ottawa (Ontario) K1N 6N6
jmenn090@uottawa.ca

Chris Metcalfe

Professeur, Environmental and
Resource Science
Université Trent
1600 West Bank Drive
Peterborough (Ontario) K9J 7B8
cmetcalfe@trentu.ca

Tricia Mitchell

Coordonnatrice principale des
programmes sur les Grands Lacs
Section de l'intégration et de la
coordination des programmes
Environnement Canada
4905, rue Dufferin
Toronto (Ontario) M3H 5T4
tricia.mitchell@ec.gc.ca

Hugh Monteith

Consultant principal
Hydromantis, Inc.
1 James Street South, Suite 1601
Hamilton (Ontario) L8P 4R5
monteith@hydromantis.com

Thomas Moon

Professeur, Biologie
Université d'Ottawa
30, Marie Curie
Ottawa (Ontario) K1N 6N5
tmoon@uottawa.ca

Roberta (Bobbi) Moore

Évaluateur principal/toxicologue
Bureau de l'évaluation et du contrôle
des substances nouvelles
Santé Canada
123, rue Slater
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
roberta_moore@hc-sc.gc.ca

Tom Moy

Spécialiste des ventes de
spectromètres de masse
Biosystèmes appliqués / MDS SCIEX
71 Four Valley Dr
Concord (Ontario), L4K 4V8
tom.moy@appliedbiosystems.com

Monisa Nandi

Université Ryerson
1008-298, rue Jarvis
Toronto (Ontario) M5B 2C5
mnandi@ryerson.ca

Roberto Narbaitz

Professeur et président, Génie civil
Université d'Ottawa
161 Louis Pasteur, suite A-112
Case postale 450, Station A
Ottawa (Ontario) K1N 6N5
narbaitz@uottawa.ca

Todd Nettesheim

Ingénieur en environnement
Great Lakes National Program Office
USEPA
77 West Jackson Boulevard, G-17J
Chicago, IL 60604
nettesheim.todd@epa.gov

Taras (Terry) Obal

Gestionnaire, Services scientifiques
Maxxam Analytics Inc.
6740 Campobello Road
Mississauga (Ontario) L5N 2L8
terry.obal@maxxamanalytics.com

Wayne Parker

Professeur agrégé
Civil and Environmental Engineering
Université de Waterloo
200, avenue University Ouest
Waterloo (Ontario) N2L 3G1
wjparker@uwaterloo.ca

Joanne Parrott

Chercheuse, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
joanne.parrott@ec.gc.ca

Mark Payne

Analyste des politiques et en
recherche environnementale
Protection de la santé
York Regional Health Services
17250, rue Yonge
Newmarket (Ontario) L3Y 6Z1
mark.payne@york.ca

Michael Payne

Spécialiste de la gestion des éléments
nutritifs, Direction de la gestion des
éléments nutritifs
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimen-
tation et des Affaires rurales de l'Ontario
581, rue Huron
Stratford (Ontario) N5A 5T8
michael.payne@ontario.ca

Sigrid Peldszu

Professeur adjoint à la recherche
Civil and Environmental Engineering
Université de Waterloo
200, avenue University Ouest
Waterloo (Ontario) N2L 3G1
speldszu@uwaterloo.ca

Kelly Phillips

Agent des programmes, Grands Lacs
Section de l'intégration et de la
coordination des programmes

Environnement Canada
4905, rue Dufferin
Toronto (Ontario) M3H 5T4
kelly.phillips@ec.gc.ca

Vince Pileggi

Conseiller principal en ingénierie des
eaux usées, Direction de l'élaboration
des normes, Ministère de
l'Environnement de l'Ontario
40, avenue St. Clair Ouest, 7^e étage
Toronto (Ontario) M4V 1M2

Caroline Robert

Direction des politiques de l'eau
Ministère du Développement durable, de
l'Environnement et des Parcs du Québec
675, boul. René-Lévesque Est, 8^e étage
Québec (Québec) G1R 5V7
caroline.robert@mddep.gouv.qc.ca

Hendrik Rosenthal

Analyste des politiques, Direction des
politiques d'utilisation des sols et de
gestion des eaux, Analyses stratégiques
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
135, avenue St. Clair Ouest, 6^e étage
Toronto (Ontario) M4V 1P5
hendrik.rosenthal@ontario.ca

Nathalie Ross

Associé aux Affaires réglementaires
Instruments médicaux, CanReg Inc.
4 Innovation Drive
Dundas (Ontario) L9H 7P3
nross@canreginc.com

Sudha Sabanadesan

Conseiller en recherche, Planning and
Policy, Environmental Protection
Office
Toronto Public Health
277, rue Victoria, 7^e étage
Toronto (Ontario) M5B 1W2
ssabana@toronto.ca

Christen Sachse-Vasquez

Technical Manager, RIFM
50 Tice Blvd
Woodcliff Lake, NJ 07677
csachse-vasquez@rifm.org

Daniel Salvito

Director, Environmental Sciences
RIFM
50 Tice Blvd
Woodcliff Lake, NJ 07677
dsalvito@rifm.org

Karl Schaefer

Conseiller principal en politiques
scientifiques
Liaison sciences et technologie
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
karl.schaefer@ec.gc.ca

Julie Schulenburg

Spécialiste des eaux de surface
Protection de l'eau de source
Quinte Conservation
2061 Old Highway 2, RR 2
Belleville (Ontario) K8N 4Z2
jschulenburg@quinteconservation.ca

Mark Sekela

Scientifique principal de
qualité environnementale
Surveillance de la qualité de l'eau du
Pacifique et du Yukon
Environnement Canada
#201-401, Burrard Street
Vancouver, BC V6C 3S5
mark.sekela@ec.gc.ca

Peter Seto

Ingénieur principal, Programmes sur
les eaux usées, DRGEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
peter.seto@ec.gc.ca

Mark Servos

Directeur scientifique
Réseau canadien de l'eau
200, avenue University Ouest
Waterloo (Ontario) N2L 3G1
mservos@cwn-rce.ca

Jim Sherry

Chef de section
Environnement Canada
Sciences et technologie - Eau
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
jim.sherry@ec.gc.ca

Paul Sibley

Professeur, Biologie de l'environnement
Université de Guelph
Guelph (Ontario) N1G 2W1
psibley@uoguelph.ca

Thom Sloley

Gestionnaire, Exploitation des stations
Works Department
Municipalité régionale de Durham
605 Rossland Road East, level 5, Box 623
Whitby (Ontario) L1N 6A3
thom.sloley@region.durham.on.ca

Shirley Anne Smyth

Ingénieur des procédés, DRGEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
shirleyanne.smyth@ec.gc.ca

Adam Socha

Toxicologue, Division de la gestion de
la qualité de l'eau potable
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
2, avenue St. Clair Ouest
Toronto (Ontario) M4V 1L5
adam.socha@ontario.ca

Mark Solomon

Superviseur
Opérations des eaux usées
Municipalité régionale de Niagara
2201 Davids Rd
Thorold (Ontario) L2V 4T7
linda.king@regional.niagara.on.ca

Rick Steele

Coordonnateur de l'information sur
les bassins versants, Maitland Valley
Conservation Authority
1093, rue Marietta, boîte 127
Essex (Ontario) N0G 2X0
rsteale@mvca.on.ca

Kristina Stefanizyn

Technologue,
Surveillance de l'environnement
Alberta Research Council Inc.,
Bag 4000
Vegreville, AB T9C 1T4
Kristina.Stefanizyn@arc.ab.ca

George Stojanovic

Ingénieur en ressources hydrauliques
Planification et ingénierie des
bassins versants
Hamilton Conservation Authority
838 Mineral Springs Road
Hamilton (Ontario) L9G 3L3
gstojano@conservationhamilton.ca

John Struger

Scientifique de l'environnement
aquatique
Surveillance de la qualité de l'eau
de l'Ontario
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
john.struger@ec.gc.ca

Lewina Svoboda

Technicienne en produits organiques
DRGEA/DSTE
Environnement Canada
867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
lewina.svoboda@ec.gc.ca

Shahram Tabe

Spécialiste en ingénierie de l'eau potable
Direction de l'élaboration des normes
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
40, avenue St. Clair Ouest
Toronto (Ontario) M4V 1M2
shahram.tabe@ontario.ca

Cathy Tedesco

Associée, Développement des entreprises
Product Management Corporation
170 Bovaird Drive West, Unit 6
Brampton (Ontario) L7A 1A1
ctedesco@productmanagementcorp.com

Gerald Tetreault

Aspirant au doctorat, Biologie
Université de Waterloo

867 Lakeshore Rd
Burlington (Ontario) L7R 4A6
gerald.tetreault@ec.gc.ca

Keith Timmings

Directeur
Chrysalis Scientific Technologies Inc
40 Hillside Drive
Brampton (Ontario) L6S 1A3
KT@ChrysalisScientific.com

Neil Tolson

Chef de l'Unité des substances
commercialisées
Bureau de l'évaluation et du
contrôle des substances nouvelles
Santé Canada
123, rue Slater, 5^e étage
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
neil_tolson@hc-sc.gc.ca

Ed Topp

Chercheur, Centre de recherches du Sud
sur la phytoprotection et les aliments
Agriculture et agroalimentaire Canada
1391, rue Sandford
London (Ontario) N5V 4T3
toppe@agr.gc.ca

Zsuzsa Ulveczky

Étudiant, chargé de cours
Institute for Research and Innovation
in Sustainability (IRIS), Université York
349 York Lanes – 4700, rue Keele
Toronto (Ontario) M3J 1P3
zsuzsa.ulveczky@wur.nl

Graham van Aggelen

Chef, Toxicologie environnementale
Sciences et technologie – Eau,
Environnement Canada
Centre des sciences environnemen-
tales du Pacifique
2645 Dollarton Highway
North Vancouver, BC V7H 1B1
graham.vanaggelen@ec.gc.ca

Glen Van Der Kraak

Professeur, Biologie intégrative
Université de Guelph
50 Stone Road East
Guelph (Ontario) N1G 2W1
gvanderk@uoguelph.ca

Raymond C. Vaughan

Scientifique en environnement
New York State Attorney General's Office
107 Delaware Avenue, 4th floor
Buffalo, NY 14202
rvaughan@oag.state.ny.us

Mari Veliz

Spécialiste de la qualité des bassins
versants, Eaux et planification
Ausable Bayfield & Maitland
Valley Partnership
711 108 Morrison Line
Essex (Ontario) N0M 1S5
mveliz@abca.on.ca

Marley Waiser

Chercheur, DRPEA/DSTE
Environnement Canada
11 Innovation Blvd
Saskatoon, SK S7N 3H5
marley.waiser@ec.gc.ca

Mel Webber

Webber Environmental
590 Barons Court
Burlington (Ontario) L7R 4E4
mdwebberenvironmental@cogeco.ca

Amy Westgate

M.Sc.A, étudiante en ingénierie
environnementale, Génie civil
Université d'Ottawa
161, Louis Pasteur, bureau A-106
Case postale 450, Station A
Ottawa (Ontario) K1N 6N5
awest065@uottawa.ca

Merv Wetzstein

Gestionnaire, Réglementation et
gestion de la santé du bétail
Food Safety & Quality Branch
British Columbia Ministry of
Agriculture and Lands
1767 Angus Campbell Road
Abbotsford, BC V3G 2M3
merv.wetzstein@gov.bc.ca

Paul Yang

Gestionnaire, Section de chromatogra-
phie appliquée, laSB
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
125 Resources Road
Etobicoke (Ontario) M9P 3V6
paul.yang@ontario.ca

Holly Youden

Spécialiste de la qualité de l'eau
Protection de l'eau de source
Lower Trent Conservation
714, rue Murray, R.R. n^o1
Trenton (Ontario) K8V 5P4
holly.youden@ltc.on.ca

Xiaoming Zhao

Chercheur en techniques de séparation
Section de chromatographie
appliquée, laSB
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
125 Resources Road
Etobicoke (Ontario) M9P 3V6
xiaoming.zhao@ontario.ca

ANNEXE C : Résumés des affiches

Produits pharmaceutiques acides dans les eaux de surface de certains bassins hydrographiques en Ontario

Donald T. Bennie et John Struger*

Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada, Burlington, Ontario

*John.Struger@ec.gc.ca

Les produits pharmaceutiques sont utilisés pour contrôler les maladies humaines et certaines pathologies ainsi que pour améliorer la santé animale et renforcer l'efficacité de la production alimentaire. Ces substances entrent dans l'environnement par l'entremise des rejets d'effluents des SEEU, de l'épandage des boues d'épuration et des déchets des animaux d'élevage. Cette étude a pour but de déterminer la présence temporelle de produits pharmaceutiques acides dans les eaux de surface de 6 sites dans le havre de Hamilton (HH), et de 6 sites dans la rivière Grand, au sud de l'Ontario. Les deux bassins hydrographiques ont reçu d'importants apports venant de SEEU. De mai 2003 à mai 2004, des échantillons ont été prélevés tous les mois dans ces sites. Les analyses ont porté sur 12 produits pharmaceutiques acides. Les données préliminaires indiquent la présence de 4 produits pharmaceutiques détectés régulièrement à des niveaux supérieurs à la limite de détection analytique. Ces substances sont l'ibuprofène, le gemfibrozil, le naproxène et le triclosan. Les concentrations maximales trouvées dans l'étude sont 1590, 103, 753 et 428 ng/L, respectivement. D'autres substances détectées incluent l'acide clofibrique, l'acide salicylique, l'indométhacine et le fénofibrate. Dans le havre de Hamilton, les concentrations de produits pharmaceutiques diminuent nettement au niveau du gradient, à partir des SEEU vers le HH et le lac Ontario. Les schémas de distribution dans la rivière Grand sont différents en raison du nombre croissant des rejets de SEEU, à intervalles réguliers, dans la rivière.

L'exposition de têtes-de-boule pendant leur cycle de vie à des effluents d'eaux usées urbaines fait décroître la production des œufs et les caractéristiques sexuelles mâles.

Joanne Parrott*, Beverley Blunt, Cheryl Sullivan et Don Bennie.

Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada, Burlington, Ontario

*Joanne.Parrott@ec.gc.ca

Évaluer les effets d'effluents d'eaux usées municipales (EEUM) sur les poissons est une tâche ardue, car les effluents sont des mélanges complexes d'éléments nutritifs, de métaux, d'huiles, avec des traces d'hormones, de produits pharmaceutiques et de soins personnels. Certains produits pharmaceutiques rejetés dans les EEUM peuvent avoir des effets perturbateurs profonds sur le système endocrinien des poissons. L'évaluation des effets à de très faibles concentrations (1-10 ng/L) de substances pures perturbant le système endocrinien (oestrogènes et androgènes) permet de mettre au point des tests sensibles et prédictifs pour les poissons en vue d'évaluer les effets potentiels des effluents municipaux mélangés et complexes sur la reproduction. L'exposition en laboratoire de têtes-de-boule pendant leur cycle de vie à un EEUM de l'Ontario (100 %) a provoqué une baisse de la production de leurs œufs et un amoindrissement des caractéristiques sexuelles secondaires chez les mâles, bien que les deux, mâles et femelles, exposés à l'EEUM, aient grandi aussi bien ou mieux que les poissons témoins. Pour pouvoir évaluer les effets potentiels des produits pharmaceutiques perturbant le système endocrinien, des tests à long terme effectués avec de vrais EEUM sur des poissons permettront de fournir des indices sur la santé et sur la performance de reproduction que l'on pourra appliquer aux poissons sauvages.

Présence et variabilité saisonnière des produits pharmaceutiques dans les approvisionnements en eau potable du Sud de l'Ontario.

Kormos, J.¹, Yang, P.², Hao, C.², Kleywegt, S.³, Oakes, K.¹, Cheung, P.⁴, Socha, A.⁵, Whitehead, B.⁴, et Servos, M.^{1,*}

1 Département de biologie, Université de Waterloo, Waterloo, Ontario

2 Direction des services de laboratoire, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Etobicoke, Ontario

3 Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto, Ontario

4 Direction de la surveillance environnementale, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Etobicoke, Ontario

5 Direction de l'innovation environnementale et des nouvelles sciences, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto, Ontario

*mservos@uwaterloo.ca

Il est parfaitement établi que les produits pharmaceutiques sont des contaminants de l'environnement fort répandus. Ces composés ont été détectés dans différentes matrices, notamment dans des effluents de stations de traitement des eaux usées, les eaux de surface, les sédiments, les sols, les eaux souterraines et, dans une moindre mesure, dans les approvisionnements en eau potable. Peu de recherches ont étudié la présence de ces contaminants dans les approvisionnements en eau potable, la plupart portant essentiellement sur un nombre limité de composés et utilisant de petits échantillons. Le projet actuel a pour but de chercher la présence et la variabilité saisonnière de différentes classes thérapeutiques de médicaments dans des échantillons d'eau non traitée et traitée prélevés dans des installations d'eau potable du sud de l'Ontario. Des échantillons d'eau ont été prélevés tous les mois pendant un an dans le but de caractériser la variabilité

saisonnaire de ces contaminants. Une étude pilote a également été effectuée en vue de chercher la présence de ces composés dans des échantillons d'eau non traitée prélevés dans des puits d'eau souterraine sur lesquels l'eau de surface a potentiellement une incidence directe (c.-à-d. des GUDI). Tous les échantillons ont été extraits par des techniques d'extraction en phase solide, séparés par chromatographie liquide à haute performance et détectés à l'aide d'un spectromètre de masse triple quadripolaire. Les concentrations trouvées dans les échantillons d'eau ont été faibles (pour des mesures en ng/L), les concentrations étant plus élevées dans l'eau non traitée que dans l'eau traitée. En général, les produits pharmaceutiques destinés à l'usage humain (c.-à-d. le gemfibrozil, l'ibuprofène et la carbamazépine) ont été détectés dans les échantillons d'eau non traitée et traitée. La variabilité saisonnière a été également observée pour ce qui est des concentrations et des composés détectés, ce qui pourrait s'expliquer par des changements de l'hydrologie de surface et des sources ponctuelles de contamination, au cours des saisons. Les résultats indiquent aussi l'impact qu'ont les procédés de traitement des eaux sur la capacité de réduire la quantité de contaminants durant la production d'eau potable.

Comportement d'adsorption et de séparation de traces sélectionnées de muscs polycycliques synthétiques dans un système de boue activée aérobie (biomasse en suspension).

Vince Pileggi^{1,3}, Lori A. Lishman², Steven N. Liss^{1*}

1 Département de chimie et de biologie, Graduate Program in Environmental Applied Science & Management, Université Ryerson, 350, rue Victoria, Toronto, Canada M5B 2K3; ;

2 Environnement Canada, 867, boulevard Lakeshore, Burlington, Canada L7R 4A6;

3 Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement de l'Ontario, 40, avenue St. Clair Ouest, 7^e étage, Toronto, Canada M4V 1M2

*sliss@ryerson.ca, Tél. : 416- 979-5000 poste 7921; Téléc. : 416- 979-5368

L'élimination des muscs polycycliques synthétiques (MPS) dans le contexte des conditions de fonctionnement du procédé de traitement des boues activées est d'actualité en raison de la possibilité de réduire les impacts environnementaux sur les organismes aquatiques ainsi que les impacts de l'utilisation des boues d'épuration sur les sols, grâce à l'optimisation du procédé. Cette étude a pour but de comprendre l'influence du temps de rétention des matières solides (TRMS) et de la température (T) sur certaines propriétés des boues activées et la façon dont elles ont une incidence sur le comportement d'adsorption de certains muscs polycycliques synthétiques préoccupants pour l'environnement.

Des eaux usées urbaines fermentées dans des bassins à marche séquentielle discontinue (ou réacteurs biologiques séquentiels), à l'échelle de banc d'essai, ont été employées dans cette étude. Ces bassins ont été exploités selon des conditions bien contrôlées, ce qui a permis d'examiner l'influence de la T (10 et 20 °C) et du TRMS (3 jours et demi et 10 jours et demi) sur les propriétés des boues et le comportement des MPS. Les MPS sélectionnés qui ont été surveillés sont les suivants : celestolide, phantolide, traseolide, galaxolide et tonalide. La réduction des MPS en phase aqueuse était de l'ordre de 62 à 80 % et la totalité des MPS associés à la boue représentait entre 15 et 27 µg/g de matière sèche. On a trouvé du galaxolide et du tonalide dans une proportion de plus de 95 % de la totalité des MPS en phases aqueuse et solide. La concentration la plus faible de MPS associés à de la matière organique solide a été observée avec un TRMS de 10 jours et demi et une température de 20 °C, conditions qui ont causé la nitrification. Le TRMS a été le facteur opérationnel le plus important, suivi de la T et du TxTRMS qui ont eu une incidence sur certaines propriétés des boues et la séparation des MPS. En ce qui concerne les MPS, les isothermes d'adsorption et de désorption d'équilibre de Freundlich ont été obtenus en utilisant de la boue lyophilisée. Les résultats ont montré des dépendances importantes du TRMS dans les conditions d'adsorption.

L'hydrophobicité relative (HP) et les substances polymériques extracellulaires (SPE) totales de la boue ont connu une nette augmentation ($p < 0.05$) à la suite de l'augmentation du TRMS et une forte corrélation linéaire positive ($r_p = 0,7$ et $0,8$, respectivement) avec une élimination accrue des MPS en phase aqueuse. Les coefficients de partage octanol-eau ($\log K_{oe}$) des MPS indiquent une bonne corrélation linéaire ($r^2 = 0,9$) avec les coefficients de partage en phase solide et en phase aqueuse ($\log K_p$, $K_p = C_S/C_L$ (L/kg)). La moyenne de la valeur du $\log K_p$ se situait entre 3,7 et 4,5 L/kg pour tous les MPS à l'exception du casmeran (2.1 à 2.5 L/kg) et le K_p a indiqué une différence importante ($p < 0,05$) entre les boues pour le celestolide, le phantolide et le galaxolide.

Présence de produits pharmaceutiques bioactifs et de composés perturbant le système endocrinien dans l'eau potable pré-traitement et post-traitement en Ontario, Canada.

Chunyan Hao¹, Sonya Kleywegt^{2,*}, Xiaoming Zhao¹, Patrick Cheung³, Brian Whitehead³, Mike Mueller³, Dave Fellowes³ et Paul Yang¹

1 Direction des services de laboratoire, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Etobicoke, Ontario, Canada;

2 Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto, Ontario, Canada;

3 Direction de la surveillance environnementale, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Etobicoke, Ontario, Canada

*Sonya.Kleywegt@ontario.ca

La qualité de l'eau touche directement la santé publique. Le Programme de surveillance de l'eau potable (PSEP) du ministère de l'Environnement de l'Ontario est une initiative bénévole organisée par le Ministère en collaboration avec les municipalités dans le but d'obtenir des données de surveillance sur la qualité de l'eau potable en Ontario. Cet exposé présente les résultats préliminaires d'une étude, effectuée de septembre 2005 à novembre 2006, dans le cadre du PSEP, et qui a été axée sur la présence et les concentrations générales dans l'environnement de produits pharmaceutiques bioactifs et de soins personnels (PPSP) et de composés perturbant le système endocrinien (CPSE) dans différents endroits choisis en Ontario. Le but était de mieux comprendre ce groupe de composés et d'évaluer l'efficacité de l'élimination des PPSP et des CPSE par différents types de procédés de traitement de l'eau potable.

On a sélectionné comme composés cibles 48 PPSP et CPSE, notamment des antibiotiques, des médicaments neutres, acides et basiques, des hormones et des médicaments vétérinaires. Des échantillons ont été prélevés tous les mois, préconcentrés de 800 mL à 5 mL à partir d'une seule extraction en phase solide (EPS) à un volume d'échantillon final de 0,1 mL, qui ont été analysés par trois méthodes de chromatographie en phase liquide en parallèle avec la spectrométrie de masse (CPL-SM). Parmi ces 48 cibles, les plus fréquemment détectées ont été la carbamazépine, le gemfibrozil, l'ibuprofène, le bisphénol A, la lincomycine, le naproxène, le monensin, le sulfaméthoxazole, le tylosin, la triméthoprine, le bézafibrate et l'acétamidophénol. Les résultats d'analyse ont également indiqué que le procédé de traitement des eaux usées pouvait réduire les niveaux de ces cibles, excepté ceux du bisphénol A qui provient peut-être des nombreux produits plastiques utilisés dans les stations d'épuration.

Stratégies de gestion des produits pharmaceutiques destinés à l'usage humain dans l'environnement

Nora A. Doerr-MacEwen et Murray E. Haight*

School of Planning, Université de Waterloo

*nadoerr@fes.uwaterloo.ca

Ces dix dernières années, des produits pharmaceutiques ont été détectés dans les effluents d'eaux usées au Canada, les eaux de surface, et occasionnellement dans les eaux souterraines et l'eau potable. Des études scientifiques donnent à penser qu'ils peuvent représenter un risque pour les organismes aquatiques et peut-être même pour la santé humaine. Le principe de prudence est défini dans la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (1999) de la manière suivante : « (...) en cas de risques de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir toute conséquence néfaste pour la santé ou la dégradation de l'environnement. » Ce principe suppose que des stratégies et des politiques de gestion en vue d'atténuer les impacts environnementaux des produits pharmaceutiques doivent être élaborées et, si possible, mises en œuvre. Nous présentons les résultats d'une consultation réunissant des représentants internationaux de gouvernements, d'universités et de l'industrie pharmaceutique, sur les stratégies de gestion des produits pharmaceutiques destinés à l'usage humain. Nous avons de plus procédé à une analyse des options de gestion dans le contexte canadien. Nous tirons la conclusion que les gouvernements, à quelque palier que ce soit, peuvent agir afin de minimiser le rejet des produits pharmaceutiques dans l'environnement au moyen de plusieurs stratégies, notamment les programmes de reprise des médicaments, l'éducation et l'amélioration du traitement des eaux usées.

Les produits pharmaceutiques à usage vétérinaire dans la vallée du Fraser, C-B. : État de la recherche

V. Furtula^{1,*}, N. Dewith², H. Hannah², M. Wetzstein², R. Englar¹, A. Colodey¹

1 Centre des sciences environnementales du Pacifique, Direction générale de la science et de la technologie, Environnement Canada, North Vancouver, British Columbia, V7H 1B1, Canada

2 Livestock Health Management and Regulation Unit, British Columbia Ministry of Agriculture and Lands, Abbotsford, British Columbia, V3G 2M3, Canada

*Vesna.Furtula@ec.gc.ca

La gestion des déchets des animaux représente un problème important, surtout dans les zones d'exploitation d'élevage intensif. En plus de la possibilité de surcharger les niveaux d'éléments nutritifs du sol dans les champs et les écosystèmes, les déchets d'animaux peuvent contenir de nombreux médicaments vétérinaires. Les conséquences pour la santé publique de la résistance aux antimicrobiens ont suscité un grand intérêt; cependant, nous avons peu d'information sur le devenir environnemental et l'impact de ces composés.

Dans la vallée du Fraser, en Colombie-Britannique, les premières étapes pour déterminer l'impact environnemental de ces composés ont été réalisées. Des méthodologies pour détecter les médicaments vétérinaires utilisés dans les industries avicole et laitière ont été élaborées, et un échantillonnage préliminaire a détecté certains d'entre eux dans des déchets d'animaux et dans des échantillons du sol. En ce qui concerne les produits pharmaceutiques vétérinaires, l'évaluation des éventuels impacts environnementaux sur les organismes vivant dans le sol (comme les isopodes ou les vers) exposés à des concentrations similaires à celles trouvées dans l'environnement, est actuellement au stade de la planification.

Des produits sûrs pour des environnements sûrs : La Liste critique des ingrédients dont l'utilisation est restreinte ou interdite dans les cosmétiques.

D. Koniacki^{1,*}, L. Carter-Phillips¹, P. Chantal², N. Ritchot², M. Gvildys³ et C. Messier⁴

1 Division des cosmétiques, Programme de la sécurité des produits, DGSESC, Santé Canada, Ottawa, Ontario

2 Laboratoire de la sécurité des produits, DGSESC, Santé Canada, Ottawa, Ontario

3 Bureau régional de la sécurité des produits - Ontario et Nunavut, DGSESC, Santé Canada, Toronto, Ontario

4 Bureau régional de la sécurité des produits - Québec, DGSESC, Santé Canada, Longueuil

*Diane_Koniacki@hc-sc.gc.ca

INTRODUCTION : La présence d'ingrédients chimiques des produits pharmaceutiques et de soins personnels (p. ex. les cosmétiques) en tant que polluants environnementaux à l'état de trace, en raison de leur utilisation par les consommateurs et leurs actions, est de plus en plus fermement établie. Plus nous en savons sur les risques environnementaux potentiels, plus nous aurons besoin d'une série de mesures de contrôle pour minimiser la charge environnementale des substances. La « Liste critique » constitue l'un des outils possibles.

OBJECTIFS : L'un des objectifs importants de cette étude visait à réduire au minimum les risques pour la santé publique associés à l'utilisation d'un shampoing pour coloration capillaire sans oxydation qui contient du p-phénylènediamine (PPD), nouvellement importé et d'un détergent anionique, le sulfate sodique de lauryle (SSL). Il s'agit d'un exemple de la façon dont les risques posés par les cosmétiques sont gérés et comment les ingrédients préoccupants sont finalement contrôlés par la « Liste critique ». Elle peut également servir d'exemple de mesure de contrôle ou de réduction possible afin de réduire au minimum le rejet de ces substances contenues dans les cosmétiques dans l'environnement, et ainsi réduire aussi l'exposition indirecte aux ingrédients préoccupants.

PLAN : Nous avons appliqué le Cadre décisionnel de Santé Canada qui oriente les décisions déterminant l'acceptabilité des produits cosmétiques et leurs ingrédients. Une étude approfondie sur la composition chimique et l'innocuité du shampoing pour coloration capillaire a fourni des données scientifiques pour les besoins du processus décisionnel. Les analyses quantitatives et qualitatives du produit ont été effectuées au moyen de la méthode GC-MS.

PRODUITS/RÉSULTATS : Nous avons constaté que l'utilisation du produit provoquait des réactions de l'effet combiné d'irritations et d'allergies de contact provoquées par le PPD et le SSL. La concentration élevée de PPD était attribuable à l'absence d'un agent oxydant, qui accélère la réaction de polymérisation du processus de coloration. Selon nos résultats, le produit posait un risque pour la santé et contrevenait donc à l'article 16 a) de la *Loi sur les aliments et drogues*. Nous avons recommandé que le produit soit retiré du marché ou reformulé de manière à respecter les normes canadiennes de sécurité des cosmétiques.

IMPACTS/EFFETS/CONCLUSIONS : De notre travail a découlé des modifications à la « Liste critique » concernant l'utilisation de PPD dans les colorants capillaires et au retrait du marché du produit qui suscitait des préoccupations. Le fait de restreindre l'utilisation du PPD aux colorants capillaires avec oxydation et de réduire l'exposition au SSL protège les consommateurs contre les risques inacceptables. En même temps, le fait de promouvoir des produits plus sûrs peut minimiser leurs effets possibles sur la santé environnementale.

Modélisation de la biotransformation de l'alkylphénol éthoxylé dans le traitement des eaux usées urbaines

Hugh Monteith*, Spencer Snowling et Oliver Schraa

Hydromantis Inc., 1, rue James, S., bureau 1601, Hamilton, Ontario, L8P 4R5

*monteith@hydromantis.com

Les constituants des effluents d'eaux usées urbaines traitées, comme les hormones synthétiques, les pesticides et les produits chimiques industriels contenus dans les produits commerciaux, ont parfois des propriétés perturbatrices du système endocrinien dans les eaux réceptrices. Les alkylphénols éthoxylés (APE) sont un groupe de constituants intensivement analysés en raison de leur capacité à perturber le système endocrinien.

Des études d'eaux usées ont permis de déterminer le devenir des métabolites les plus stables (p. ex. les alkylphénols avec une ou deux unités éthoxylées appelées aussi APE_{1,2}), différentes voies métaboliques dans des conditions aérobies et anaérobies, et la formation d'éther carboxylate à partir de ces APE_{1,2}. Bien que ces données scientifiques de base soient importantes, il était auparavant difficile d'évaluer les facteurs gouvernant l'étendue de la biodégradation secondaire des métabolites dans différentes conditions d'opérations de stations d'épuration en raison de l'absence d'outils de modélisation adéquats.

L'affiche discutera de l'élaboration d'un modèle dynamique pour prévoir le devenir des APE et des métabolites durant le traitement des eaux usées municipales. Le but prévu du modèle est de répondre à d'importantes questions comme :

- Quel serait l'effet d'un temps de rétention hydraulique (TRH) plus court sur la dégradation primaire et finale des APE?
- Quel effet la température a-t-elle sur l'efficacité du traitement?

- Quel effet pourrait avoir un temps de rétention des matières solides (TRMS) plus long sur le devenir des APE?
- Si le niveau d'oxygène dissout dans le traitement des eaux usées tombe en-dessous de la concentration critique (p. ex. 0,5 mg/L), de quelle façon la biodégradation des APE sera-t-elle affectée?
- L'amélioration d'une station d'épuration en vue de l'élimination des éléments nutritifs biologiques (EENB) aura-t-elle un impact positif ou négatif sur la biodégradation des APE? Le choix d'un concept d'EENB ou un autre facilitera-t-il la gestion du rejet des APE?
- Quelles procédures d'optimisation pourraient être utilisées pour faciliter la biodégradation ultime des APE?
- Existe-t-il des méthodes d'exploitation pour réduire les niveaux d'alkylphénols dans les matières solides résiduelles?

Le simulateur de traitement des eaux usées indiquera également la distribution des concentrations, dans l'effluent, des métabolites d'APE, concentrations qui pourront alors être utilisées dans d'autres modèles de devenir environnemental, à savoir les eaux réceptrices, les sédiments et les différents milieux du biote.

Mots clés : Alkylphénol éthoxylé, eaux usées, modèle, biotransformation

Extraction de contaminants de matrices complexes par polymères à empreinte moléculaire

Ecevit Yilmaz¹, Brian Boyd¹, Anna-Karin Wihlborg¹, Christine Widstrand¹, Stephen Timmings^{2,*} et Keith Timmings^{2,*}

¹ MIP Technologies AB, Box 737, 22007 Lund, Suède;

² Chrysalis Scientific Technologies Inc., 40 Hillside Drive, Brampton, Ontario, L6S 1A3

*www.ChrysalisScientific.com

Dans l'extraction de résidus à l'état de traces, le prétraitement de l'échantillon est souvent élaboré et prend un temps considérable. Une méthode de plus en plus usitée qui rend inutile le besoin d'effectuer de multiples nettoyages et étapes d'extraction et qui, par conséquent, simplifie la procédure de prétraitement, consiste à procéder à des phases d'extraction en phase solide fondées sur les polymères à empreinte moléculaire (PEM). En plus de leur simplicité, de telles phases permettent d'utiliser un vaste éventail de solvants et les étapes additionnelles de prétraitement sont moins utiles, sinon inutiles. Par ailleurs, elles réduisent le temps global de manipulation de l'échantillon et, donc, le temps d'analyse, d'où un coût de préparation de l'échantillon beaucoup plus faible.

Les sorbants de PEM sont conçus pour contenir des « cavités réceptrices » artificielles qui sont complémentaires sur le plan de la forme et des propriétés chimiques aux analytes cibles recherchés. En ciblant les différences chimiques discrètes qui existent entre les molécules, au moyen de modèles « intelligents », on peut utiliser les PEM pour extraire de façon sélective un seul type de molécules, ou des « classes » de molécules ayant le même motif fonctionnel ou la même structure chimique.

Dans cette étude, nous présentons des exemples d'extraction et de séparation de composés traces de matrices complexes qui illustreront l'usage croissant des PEM pour l'analyse des traces.

Des matériaux de PEM sélectifs de classes de médicaments précises ont été développés. L'extraction de bêta-bloquants (antagonistes des récepteurs bêta) et d'agonistes bêta d'eaux usées et d'urine fait l'objet de discussions.

Le matériau de PEM développé pour les herbicides de la famille des triazines indique une excellente sélectivité pour la triazine et ses métabolites. Le matériau permet d'exécuter une extraction rapide et forte des eaux usées industrielles ainsi que des échantillons environnementaux d'eau potable et d'eau des rivières. Il résulte de cette extraction des rendements élevés comparé aux méthodes conventionnelles d'extraction et moins de « bruit chimique », permettant ainsi des limites de détection plus basses.

D'autres matériaux de PEM sélectifs sont présentés et une extraction simultanée d'anti-dépresseurs (paroxétine et fluoxétine) fait l'objet de discussions.

Les matériaux de PEM montrent une sélectivité élevée des composés ciblés et des méthodes rapides et sensibles pour déterminer les composés traces ont été développées. Les PEM se sont révélés très efficaces dans la surveillance clinique, vétérinaire et environnementale et simplifient l'extraction, les analyses chimiques quantitatives et les analyses des composés pharmaceutiquement actifs¹, des composés carcinogènes² ainsi que des composés interdits dans les produits alimentaires³⁻⁵ et l'environnement⁶.

1 Chassaing, C., J. Stokes, R.F. Venn, F. Lanza, B. Sellergren, A. Holmberg and C. Berggren. 2004. Molecularly imprinted polymers for the determination of a pharmaceutical development compound in plasma using 96-well MISPE technology. *J. Chromatogr. B*, 804(1):71-81.

2 Xia, Y., J.E. McGuffey, S. Bhattacharyya, B. Sellergren, E. Yilmaz, L.Q. Wang and J.T. Bernert, 2005. Analysis of the tobacco-specific nitrosamine 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol in urine

- by extraction on a molecularly imprinted polymer column and liquid chromatography/atmospheric pressure ionization tandem mass spectrometry. *Anal. Chem.*, 77:7639-7645.
- 3 Widstrand, C., F. Larsson, M. Fiori, C. Civitareale, S. Mirante et G. Brambilla. 2004. Evaluation of MISPE for the multi-residue extraction of beta-agonists from calf's urine. *J. Chromatogr. B*, 804(1):85-91.
 - 4 Kootstra, P.R., C.J.P.F. Kuijpers, K.L. Wubs, D. van Doorn, S.S. Sterk, L.A. van Ginkel et R.W. Stephany, 2005. The analysis of beta-agonists in bovine muscle using molecular imprinted polymers with ion trap LCMS screening. *Anal. Chim. Acta*, 529:75-81.
 - 5 Van Hoof, N., D. Courtheyn, J.P. Antignac, M. Van de Wiele, S. Poelmans, H. Noppe et H. De Brabander. 2005. Multi-residue liquid chromatography/tandem mass spectrometric analysis of beta-agonists in urine using molecular imprinted polymers. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 19:2801-2808.
 - 6 Chapuis, F., V. Pichon, F. Lanza, B. Sellergren and M. C. Hennion. 2003. Optimization of the class-selective extraction of triazines from aqueous samples using a molecularly imprinted polymer by a comprehensive approach of the retention mechanism. *J. Chromatogr. A* 999:23-33.

Les effets du 17 α -éthynyl estradiol sur les sous-types de récepteurs oestrogéniques, la vitellogénine et l'aromatase B des cyprins dorés (*Carassius auratus*)

Marlatt, V.L.^{*}, Atkinson, S., Blais, J., Moon, T., Trudeau, V.L.

Centre de recherche avancée en génomique environnementale, Département de Biologie, Université d'Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada

^{*}vmarlatt@yahoo.com

Cette étude a porté sur le profil de l'expression génétique de trois sous-types de récepteurs oestrogéniques (ER) du cyprin doré, effectuée simultanément dans de nombreux tissus, en relation avec les niveaux d'ARN messager de la vitellogénine du foie (VTG) et de l'aromatase du cerveau, à la suite d'une exposition au 17 α -éthynyl estradiol (EE2). Des cyprins dorés mâles ont été exposés à de l'éthanol hydrique (solvant de contrôle à 0,001 %) et à 100 ng/L de EE2 pendant 24 h. Un système multiplexe de RT-PCR en temps réel basé sur la chimie Taqman a été utilisé pour déterminer les niveaux relatifs d'ARN messager des trois sous-types de récepteurs oestrogéniques (α , β 1 et β 2), comparé au gène de contrôle (β -actine) dans les testicules, le foie, l'hypothalamus et le télencéphale. Dans le foie, l'EE2 a induit une nette augmentation des niveaux de transcrits des ER α (multipliés par 4), mais on n'a pas observé de changements significatifs des niveaux des ER β 1 et ER β 2. Les niveaux de transcrits des ER n'ont pas été affectés dans les testicules, l'hypothalamus et le télencéphale. Le traitement à l'EE2 n'a pas altéré les niveaux de transcrits de l'enzyme aromatase du cerveau, mais a élevé les niveaux de la vitellogénine du foie (multipliés par 7). Des études précédentes réalisées dans notre laboratoire ont révélé que les sous-types de ER des cyprins dorés sont auto-régulés différemment par le 17 β -estradiol in vivo, et que cette régulation dépend des tissus, de la dose et de la durée de l'exposition. La présente étude donne à penser que le EE2 affecte aussi de façon différente les niveaux des sous-types de ER dans l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique du cyprin doré mâle. De plus, l'augmentation des transcrits des ER α , en même temps que des transcrits de la vitellogénine, laisse entendre que les ER α peuvent aussi être des biomarqueurs sensibles de l'exposition aux xenoestrogènes dans ce modèle téléostéen.

Mots clés : récepteurs oestrogéniques, cyprin doré, vitellogénine, aromatase

Échantillonnage et détermination des antibiotiques dans les eaux de source

Vimal K. Balakrishnan^{*}, Allan S. Crowe et John Toito

Institut national de recherche sur les eaux, Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada

^{*}Vimal.balakrishnan@ec.gc.ca

Ces dernières années, les produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) ont été trouvés dans divers environnements (notamment les eaux souterraines, les eaux fluviales et les eaux usées urbaines). Bien que les antibiotiques puissent être facilement détectés en utilisant la spectrométrie de masse en tandem CPL/SM dans de l'eau pure, d'autres matrices plus complexes (comme les eaux naturelles ou les eaux usées) produisent des effets matriciels qui portent à confusion. Dans cette étude, nous présentons nos activités actuelles, portant sur 18 antibiotiques (appartenant aux classes suivantes : sulfamides, fluoroquinolones, tétracyclines). Nous avons élaboré un protocole d'échantillonnage après avoir évalué les effets de différents matériaux d'échantillonnage (p. ex., le PEBD, le PEHD, le PTFE et le verre) et de la température de stockage sur la stabilité des composés. De plus, nous avons mis au point une technique de micro-extraction en phase solide (SPME) en utilisant une fibre de carbowax / divinylbenzène qui s'est avérée capable de résoudre les effets matriciels observés au cours de l'analyse des antibiotiques dans les échantillons d'eaux souterraines.

Élimination et transformation des PPSP et des CPSE détectés dans la rivière Détroit par procédé d'ozonisation

Shahram Tabe^{1,*}, Rajesh Seth², Paul Yang³, Linda Schweitzer⁴, Chaoyan Yue², Saad Jasim⁵, Xiaoming Zhao³ et Chunyan Hao³

1. Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement de l'Ontario
 2. Civil and Environmental Engineering Department, Université de Windsor,
 3. Direction des services de laboratoire, ministère de l'Environnement de l'Ontario,
 4. Chemistry Department, University of Oakland, 5. Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau
- *Shahram.Tabe@ontario.ca

Un certain nombre d'études récentes pourraient indiquer des effets non souhaitables des produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) et des composés perturbant le système immunitaire (CPSE) sur la santé humaine, la vie marine et l'environnement. Bien que les concentrations de ces produits chimiques soient beaucoup plus faibles que les doses nécessaires pour nuire directement à la santé, leurs effets indirects par l'entremise de la manipulation de micro-organismes et de la vie marine ont attiré l'attention de la communauté des chercheurs dans le domaine de l'environnement. Nombre de ces substances sont éliminées de l'eau par des procédés naturels ou techniques, comme la précipitation sur les lits des rivières ou l'élimination par procédés de traitement conventionnels. Toutefois, un certain nombre d'entre elles persistent malgré ces procédés et finissent par aboutir dans l'eau potable. D'autres études sont donc nécessaires pour évaluer et optimiser les procédés existants ou pour développer de nouvelles technologies en vue d'éliminer ces contaminants des sources d'eau non traitée ou de les transformer en substances inoffensives.

En collaboration avec des institutions de recherche invitées, le ministère de l'Environnement de l'Ontario a lancé un projet visant à optimiser la conception et les opérations du procédé d'ozonisation afin d'éliminer ou de transformer les PPSP et les CPSE présents dans l'eau. Cette étude, conçue par stades d'essai et d'usine-pilote, a pour but de rechercher l'efficacité du procédé d'ozonisation en oxydant certains contaminants cibles qui ont été détectés dans le bassin hydrographique de la rivière Détroit, au cours d'une étude d'occurrence de 13 mois. Les résultats préliminaires des essais effectués en laboratoire ont indiqué qu'un certain nombre de produits chimiques cibles avaient été éliminés efficacement de l'eau, à des niveaux inférieurs aux limites de détection des instruments. D'autres substances ont été efficacement éliminées, à 90%. D'autres expériences sont en cours afin d'optimiser les conditions d'exploitation et obtenir une efficacité maximum en matière d'élimination. Les résultats des essais effectués en laboratoire seront évalués à l'usine-pilote au moyen d'autres essais d'optimisation. Dans cette affiche, le procédé expérimental et les résultats obtenus jusqu'ici ainsi que les plans futurs seront présentés et analysés.

Persistance des antibiotiques vétérinaires chlortétracycline, lincomycine et sulfaméthazine dans les terres humides des Prairies

Allan J. Cessna^{1,*}, Marley Waiser², David Donald³, John Headley² et Jonathon Bailey²

- 1 Agriculture et agroalimentaire Canada, 107 Science Place Saskatoon, Saskatchewan, Canada S7N 0X2; adresse actuelle : Institut national de recherche sur les eaux, 11 Innovation Blvd, Saskatoon, Saskatchewan, Canada S7N 3H5
- 2 Institut national de recherche sur les eaux, 11 Innovation Blvd, Saskatoon, Saskatchewan, Canada S7N 3H5
- 3 Environnement Canada, 300 – 2365 Albert St, Regina, Saskatchewan, Canada S4P 4K1

*Allan.Cessna@ec.gc.ca

La chlortétracycline, la lincomycine et la sulfaméthazine sont des antibiotiques vétérinaires utilisés dans la production de bétail pour contrôler ou prévenir les maladies et pour améliorer la prise de poids. Puisqu'une partie de la dose administrée de ces trois antibiotiques peut être excrétée dans les fèces et l'urine, la pratique de gestion, qui consiste à épandre du fumier de bétail sur les terres cultivées et les pâturages comme source d'éléments fertilisants, provoque leur transport par les écoulements de surface (précipitations ou fonte des neiges) vers les eaux de surface réceptrices. Cependant, nous savons peu de choses sur la persistance de ces antibiotiques vétérinaires dans les écosystèmes aquatiques, comme les terres humides des Prairies. En septembre 2004 et 2005, trois terres humides près de Saskatoon, en Saskatchewan (Canada), ont été enrichies avec des concentrations similaires à celles retrouvées dans l'environnement de chlortétracycline (2 µg/L), de lincomycine (1,5 µg/L) et de sulfaméthazine (8 µg/L). Le volume d'eau des terres humides a varié de 622 à 1,015 m³ et le pH de l'eau a varié de 7,5 à 8. La concentration de carbone organique dissout allait de 12,4 à 29,4 mg/L et la conductibilité spécifique était de 400 à 1,910 µS/cm. Des échantillons d'eau ont été prélevés le jour précédant l'enrichissement et, après celui-ci, jusqu'à la formation de glace, en octobre. Après la fonte des neiges, en avril, des échantillons d'eau ont été prélevés tous les mois, jusqu'en août. Les concentrations de lincomycine dans la colonne d'eau > 0,1 µg/L et les concentrations de sulfaméthazine dans la colonne d'eau > 1,0 µg/L ont été expérimentées par injection directe des échantillons d'eau dans le système CPL-SM. Les échantillons d'eau avec des concentrations de lincomycine < 0,1 µg/L et des concentrations de sulfaméthazine < 1,0 µg/L et toutes les chlortétracyclines ont été analysées par extraction en phase solide, suivie d'une évaluation quantitative par CPL-SM. La persistance des antibiotiques dans les terres humides est exprimée en demi-vies dans la colonne d'eau.

Produits pharmaceutiques et de soins personnels dans les eaux usées municipales

SA Smyth^{1,*}, L Lishman¹, P Falletta¹, ML Svoboda¹, J-J Yang¹, H-B Lee¹, P Seto¹, S Kleywegt², T Ho², V Pileggi², M Manoharan², P Yang², C Hao², S Kok³, Ormonde⁴

1 Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Environnement Canada, Burlington, Ontario

2 Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto, Ontario

3 Fonds de durabilité des Grands Lacs, Environnement Canada, Burlington, Ontario;

4 Ville de Toronto

*Shirleyanne.Smyth@ec.gc.ca

Les produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) sont considérés comme un problème nouveau du traitement des eaux usées municipales, en Europe et en Amérique du Nord. Leur principale voie vers l'environnement constitue les rejets des effluents d'eaux usées urbaines et l'épandage de biosolides sur les terres. En 2002, Environnement Canada, le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) et la ville de Toronto se sont lancés dans une étude de recherche concertée et de grande envergure sur les eaux usées afin d'obtenir l'information nécessaire à l'élaboration de stratégies de gestion des risques visant à contrôler le rejet des PPSP dans l'environnement canadien. L'affiche donne un aperçu de la portée et des résultats de chaque volet de cette étude de recherche concertée, et les publications suivantes découlent de cette étude :

Hao C, L Lissemore, B Nguyen, S Kleywegt, P Yang et K Solomon. (2006) Determination of Pharmaceuticals in Environmental Waters by Liquid Chromatography/Electrospray Ionization/Tandem Mass Spectrometry. *Anal. Bioanal. Chem.* 384 (2), pp 505-513.

Lee H-B, TE Peart et K Sarafin. (2003a) Occurrence of Polycyclic and Nitro Musk Compounds in Canadian Sludge and Wastewater samples. *Water Qual. Res. J. Canada* 38 (4), pp 683-702.

Lee H-B, K Sarafin, TE Peart et ML Svoboda. (2003b) Acidic pharmaceuticals in Sewage – Methodology, Stability Test, Occurrence, and Removal from Ontario samples. *Water Qual. Res. J. Canada* 38 (4), pp 667-682.

Lishman L, SA Smyth, K Sarafin, S Kleywegt, J Toito, T Peart, H-B Lee, M Servos, M Béland et P Seto. (2006) Occurrence and Reductions of Pharmaceuticals and Personal Care Products and Estrogens by Municipal Wastewater Treatment Plants in Ontario, Canada *Sci. Total Environ.* 367, pp 544-558.

Pileggi, V. (2007) Competitive Equilibrium Sorption Behaviour of Selected Trace Polycyclic Synthetic Musks During the Aerobic Activated Sludge Sewage Treatment Process, mémoire de maîtrise, Université Ryerson University, Toronto, Ontario.

Smyth SA, L Lishman, M Alaei, S Kleywegt, ML Svoboda, J-J Yang, H-B Lee et P Seto. (2007a) Sample Storage and Extraction Efficiencies in Determination of Polycyclic and Nitro Musks in Sewage Sludge. *Chemosphere* 67 (2) pp 267-275.

Smyth SA, L Lishman, EA McBean, S Kleywegt, J-J Yang, ML Svoboda, H-B Lee et P Seto. (2007b) Occurrence and Removal of Polycyclic and Nitro Musks during Aerobic and Anaerobic Sludge Digestion. *International Water Association Specialist Conference: Moving Forward Wastewater Biosolids Sustainability*, Moncton, Nouveau-Brunswick, juin 2007.

Smyth SA, L Lishman, EA McBean, S Kleywegt, J-J Yang, ML Svoboda, H-B Lee et P Seto. (2007c) Seasonal Occurrence and Removal of Polycyclic and Nitro Musks from Grand River Wastewater Treatment Plants. *Association canadienne sur la qualité de l'eau, 42^e Conférence régionale du Canada sur la recherche sur la qualité de l'eau*, Burlington, Ontario, février 2007.

Smyth SA, L Lishman, EA McBean, S Kleywegt, J-J Yang, ML Svoboda, S Ormonde, V Pileggi, H-B Lee, and P Seto. (2007d) Polycyclic and Nitro Musks in Canadian Municipal Wastewater: Occurrence and Removal in Wastewater Treatment. *Water Qual. Res. J. Canada*, en attente de publication.

Svoboda ML, J-J Yang, P Falletta et H-B Lee. 2007 A Microwave-assisted Extraction Method for the Determination of Musks in Sewage Sludge. *Water Qual. Res. J. Canada*, sous presse.

Étude de la stabilité de la chlortétracycline dans les terres humides des Prairies par CPL-SM

Jonathan Bailey, Allan J. Cessna, John V. Headley, Marley J. Waiser*, Kerry M. Peru et Sandra L. Kuchta

Institut national de recherche sur les eaux, Saskatoon, Saskatchewan

*Marley.waiser@ec.gc.ca

La chlortétracycline (CTC) subit une épimérisation réversible en position C-4 pour produire l'épimère correspondant, la 4 *épi*-CTC. Lorsque la CTC est dissoute dans de l'eau désionisée, elle épimérise pendant 24 h à température ambiante jusqu'à ce qu'un mélange à l'équilibre 1:1 environ de CTC et de 4 *épi*-CTC soit établi. L'épimérisation occasionne une réduction de 50 % de la CTC originellement présente dans la solution et ceci peut mener à des erreurs de quantification importantes. La CTC et la 4 *épi*-CTC possèdent des propriétés physico-chimiques différentes, ce qui permet de les séparer en utilisant une phase stationnaire Xterra C¹⁸ dans des conditions d'opération isocratique. Dans des conditions identiques de dissociation induite par collision par spectrométrie de masse, la CTC et la 4 *épi*-CTC produisent des taux différents des mêmes ions de

produit. Pour la CTC et la 4 *épi*-CTC protonées, les ions (-) fragments les plus importants sont les suivants : 1) le rapport masse/charge (m/z) est de 462, en raison de la perte directe de NH₃ ; 2) le m/z est de 461, en raison de la perte directe de H₂O et 3) le m/z est de 444, en raison de la perte combinée de NH₃ et de H₂O.

Effets de la fluoxetine sur l'axe reproducteur des cyprins dorés femelles (*Carassius auratus*)

Jan A. Mennigen^{1,*}, Christopher J. Martyniuk¹, Kate Crump¹, Vicki L. Marlatt¹, Huiling Xiong¹, Amanda Woodhouse¹, Ashlie Nadler¹, Hymie Anisman², Xuhua Xia¹ et Vance L. Trudeau¹

1 Centre de recherche avancée en génomique environnementale, Département de Biologie, Université d'Ottawa, Ontario K1N 6N5, CANADA

2 Institute of Neuroscience, Université Carleton, Ottawa, Ontario K1S 5B6, CANADA

*Jmenn090@uottawa.ca

Nous avons étudié les effets de la fluoxetine, l'ingrédient actif du Prozac™, sur la fonction neuroendocrine et l'axe reproducteur du cyprin doré. Les poissons ont reçu une injection intrapéritonéale (i.p.) de fluoxetine, deux fois par semaine pendant 14 jours, soit cinq injections de 5 µg de fluoxetine/g de poids corporel. Nous avons mesuré les concentrations de sérotonine, d'acide 5-hydroxyindolacétique, de dopamine, de L-dopa, d'acide homovanillique, de noradrénaline et de 3-méthoxy-4-hydroxyphenylglycol dans l'hypothalamus et le télencéphale en utilisant la CLHP. L'acide homovanillique, un métabolite de la voie dopaminergique, a nettement augmenté dans l'hypothalamus. Les niveaux d'oestradiol plasmatique, mesurés par dosage radio-immunologique (RIA), ont diminué de manière importante (5 fois environ), après traitement à la fluoxetine. Nous avons trouvé que la fluoxetine avait aussi nettement réduit (de 4 fois) l'expression de l'ARNm du ERβ dans l'hypothalamus et le télencéphale et de 1,7 fois l'ARNm du ERα dans le télencéphale. La fluoxetine n'a eu aucun effet sur l'expression de l'ARNm du ERγ dans le cerveau. L'analyse d'un microréseau a permis d'identifier l'isotocine, un neuropeptide qui stimule le comportement reproducteur du poisson, comme gène candidat affecté par le traitement à la fluoxetine. Le RT-PCR en temps réel a confirmé que l'ARNm de l'isotocine a été régulé négativement d'environ 6 fois dans l'hypothalamus et de 5 fois dans le télencéphale. Nos résultats indiquent que la fluoxetine a le potentiel de perturber la reproduction et de moduler les gènes impliqués dans la fonction reproductrice et le comportement reproducteur dans le cerveau du cyprin doré femelle. Recherche soutenue par le Réseau canadien de l'eau et le CRSNG.

Devenir environnemental de deux antibiotiques et leur persistance

Sandra. L. Kuchta, Kerry M. Peru, John V. Headley* et Allan J. Cessna

Institut national de recherche sur les eaux, Environnement Canada, Saskatoon, Saskatchewan, Canada

*John.Headley@ec.gc.ca

Les antibiotiques administrés au bétail peuvent être excrétés jusqu'à 80 % dans les fèces et l'urine. Le fumier liquide, lorsqu'il est épandu sur des terres cultivées comme source d'éléments nutritifs, constitue ainsi une source potentielle d'antibiotiques proche des eaux de surface et des eaux souterraines, par écoulement et par lessivage du sol, respectivement. Le devenir environnemental de ces produits pharmaceutiques représente une préoccupation constante pour les Canadiens. Des concentrations infimes d'antibiotiques vétérinaires ont été détectées dans les eaux de surface et les eaux souterraines au Canada, aux États-Unis et en Europe. En Saskatchewan (Canada), la lincomycine et la spectinomycine sont deux antibiotiques qui sont administrés conjointement aux porcs pour prévenir et contrôler la diarrhée post-sevrage. Une méthode analytique a été développée pour analyser un écoulement simulé d'eau de pluie, de fonte des neiges ainsi que des échantillons d'eau souterraine prélevés sur des terres cultivées, traitées avec du fumier pour évaluer les traces de ces antibiotiques. La méthode, qui utilise le CPL-SM pour l'analyse quantitative et la confirmation, permet d'effectuer en même temps l'analyse de la lincomycine et de la spectinomycine dans des limites de détection de 8 et de 400 ng/L, respectivement. Les concentrations de lincomycine dans les échantillons d'écoulement simulé d'eau de pluie, prélevés immédiatement après l'épandage de fumier, sont < 8 à 3,800 ng/L, tandis que celles de l'écoulement de fonte des neiges suivant l'épandage de fumier sont < 8 à 4,000 ng/L. La lincomycine a été également détectée dans les échantillons d'eau souterraine à des niveaux < 160 ng/L. La spectinomycine n'a été détectée dans aucun des échantillons; ceci pourrait résulter d'une sensibilité plus basse et/ou de concentrations plus faibles dans le fumier épandu.

Il n'y a pas de « AILLEURS » : Produits pharmaceutiques, produits de soins personnels et substances perturbant le système endocrinien : des nouveaux contaminants détectés dans l'eau

Carolyn Webb

Institut canadien du droit et de la politique de l'environnement

www.cielap.org

Cette affiche donne un bref aperçu du rapport de 2006 de l'ICDPE qui examine le problème des nouveaux contaminants qui sont maintenant détectés dans l'eau, notamment les produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) et les substances perturbant le système endocrinien (SPSE). L'affiche présente également les recommandations de l'ICDPE concernant ce problème.

Présence de composés pharmaceutiques bioactifs et de produits chimiques perturbateurs du système endocrinien dans le bassin hydrographique de la rivière Détroit.

Xiaoming Zhao¹, Shahram Tabe², Chunyan Hao¹, Saad Jasim^{3,*}, Linda Schweitz⁴ et Paul Yang¹

1 Direction des services de laboratoire, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Etobicoke, Ontario, Canada;

2 Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto, Ontario, Canada;

3 Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau, Walkerton, Ontario, Canada;

4 Department of Chemistry, Oakland University, Rochester, Michigan, États-Unis

*sjasim@wcwc.ca

Nous présentons dans cette affiche les résultats obtenus à la suite d'une étude de 13 mois, effectuée sur le terrain, avec une nouvelle méthode multi-résidus qui permet d'analyser des composés pharmaceutiquement bioactifs (CPB) et des composés perturbant le système endocrinien (CPSE) dans les matrices aquatiques de l'environnement. L'objectif était d'évaluer la robustesse de la méthode à l'aide d'un protocole rigoureux d'assurance qualité et de contrôle qualité (AQ/CQ) tout en obtenant des indices de concentrations et des concentrations de fond de CPB et de CPSE dans l'environnement aquatique. Un total de 66 champs et de 42 échantillons AQ/CQ ont été analysés au moyen d'une extraction en phase solide (EPS) et d'une méthode analytique de chromatographie en phase liquide en parallèle avec la spectrométrie de masse (CPL-SM).

Les résultats préliminaires, notamment les présences saisonnières de CPB et de CPSE tant dans les échantillons d'eau non traitée que traitée prélevés de septembre 2005 à octobre 2006 à différents endroits de la rivière Détroit ainsi que dans la confluence de la rivière Little et de la rivière Détroit, et les données AQ/CQ obtenues durant cette étude de terrain sont présentés. Les résultats d'analyses de 48 composés cibles de CPB et de CPSE ont révélé que le bézafibrate, la carbamazépine, l'érythromycine, l'ibuprofène, l'indométhacine, le naproxène, le sulfaméthoxazole et la triméthoprime étaient les analytes cibles les plus souvent détectés dans l'effluent de la station d'épuration des eaux usées de la rivière Little, et que les concentrations de ces composés étaient plus faibles dans la confluence de la rivière Little et de la rivière Détroit. Une autre dilution a été observée dans la prise d'eau avant qu'elle n'entre dans le système d'eau potable. Les données de AQ/CQ ont montré que l'effet matriciel est un problème lorsqu'on effectue une analyse par CPL-SM et qu'il n'est pas facile de le résoudre. La possibilité d'utiliser des composés étiquetés à l'aide d'un élément isotope pour corriger l'effet matriciel sera présentée et discutée en détail.