

Suivi de l'état du SAINT-LAURENT

EAU

SÉDIMENTS

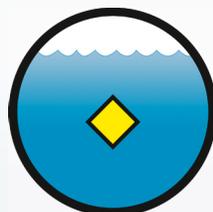
RIVES

RESSOURCES
BIOLOGIQUES

USAGES

La qualité de l'eau du secteur fluvial

Transport des contaminants dans le Saint-Laurent



Problématique

Le Saint-Laurent a été soumis depuis longtemps à de nombreuses sources de contaminations provenant de l'urbanisation, des activités industrielles et des activités agricoles sur son bassin versant. Ces apports ont contribué à détériorer la qualité de l'eau du fleuve mettant ainsi en péril la santé de cet écosystème unique. Afin de faire le suivi de cette problématique, Environnement Canada a mis en place des

stations de référence dans le secteur fluvial qui servent à évaluer l'état de la contamination de l'eau en enregistrant les fluctuations saisonnières et interannuelles ainsi que les tendances à long terme des concentrations de contaminants. Trois stations d'échantillonnage opérées par Environnement Canada ont été sélectionnées pour représenter les masses d'eau principales du Saint-Laurent en constituant un système à deux entrées et une sortie (figure 1). Une station, située à l'île Wolfe, à la sortie du lac Ontario, permet d'évaluer la qualité de l'eau à la sortie du lac Ontario et d'estimer les apports de contaminants provenant de ce lac vers le Saint-Laurent. Une station, échantillonnée en 1995 et 1996 et en opération continue depuis 2004, est localisée près de l'embouchure de la rivière des Outaouais à Carillon permettant ainsi d'évaluer



Pont de Québec © Thinkstock

les apports en contaminants du plus important tributaire du fleuve. Les eaux provenant de cette rivière sont fortement colorées et couvrent une large portion de la rive nord du Saint-Laurent. Ces eaux, appelées communément eaux brunes, peuvent être identifiées facilement jusqu'à Trois-Rivières. La dernière station, en opération depuis 1995 dans la région de Québec, sert à évaluer les apports de contaminants exportés vers l'estuaire du fleuve. L'eau prélevée à cet endroit cumule la contamination des différentes masses d'eau qui composent le fleuve Saint-Laurent en amont et qui y sont mélangées sous l'effet des marées.

Les contaminants analysés à ces stations ont été choisis à partir des listes de substances prioritaires d'Environnement Canada, de l'Environmental Protection Agency des États-Unis et de la Commission mixte internationale. En raison de la forte affinité de plusieurs contaminants pour les particules en suspension dans l'eau et de leur comportement distinct au moment de leur transport dans le milieu aquatique, ces deux phases ont été analysées séparément pour plusieurs contaminants. L'emploi de techniques d'échantillonnage et de dosage propre a permis d'obtenir des résultats précis pour les substances présentes

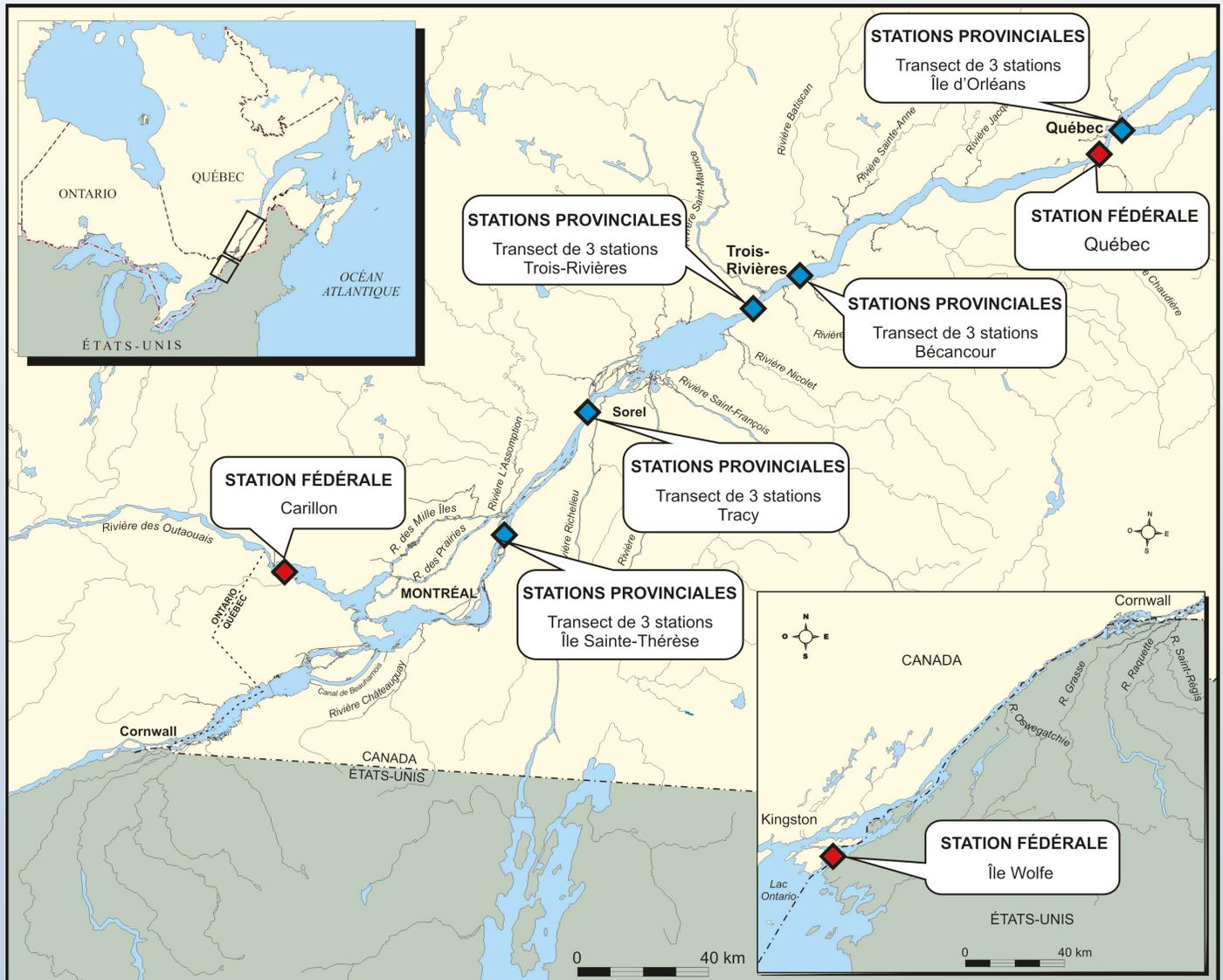


Figure 1. Localisation des stations d'échantillonnage

à l'état de trace et ultra-traces. Cette fiche présente les résultats obtenus par l'analyse des matières en suspension, des nutriments, des métaux, des pesticides et des PBDE (polybromodiphényléthers) aux trois stations fédérales. De plus, un portrait spatial de la contamination du fleuve par les métaux basé sur les résultats du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) sera présenté (voir encadré).

Portrait de la situation

La quantité d'un contaminant rejeté dans un écosystème influe directement sur sa concentration dans le milieu aquatique. De même, l'origine d'un contaminant détermine en partie les variations de sa concentration dans le milieu aquatique. Ces variations sont amplifiées ou affaiblies par des phénomènes hydrologiques tels que la dilution, la sédimentation et l'écoulement des eaux, qui fluctuent au gré des épisodes de crue et d'étiage. Sur une base annuelle, le débit du Saint-Laurent à Québec provient à 60 % des Grands Lacs et à 15 % de la rivière des Outaouais, son plus grand tributaire. Par contre à certaines périodes de l'année tel qu'au printemps la rivière des Outaouais représente jusqu'à 50 % de l'eau qui coule à Québec. Afin de couvrir ces variabilités, la fréquence d'échantillonnage aux trois stations a donc été modulée en fonction des sites, des débits et des contaminants; elle s'échelonne entre un prélèvement aux deux jours en période de crue à un prélèvement mensuel en période d'étiage. Afin de tenter de déterminer l'origine des contaminants du Saint-Laurent nous avons calculé leurs charges qui correspondent à la quantité du contaminant transporté pendant une période de temps donné aux trois stations (Île Wolfe, Carillon et Québec). Cette approche appelée «bilan» constitue un outil à privilégier pour mettre en relation et comparer les différentes sources de contaminants dans le Saint-Laurent.

Les matières en suspension : Si les concentrations de matières en suspension (MES) sont reconnues comme étant relativement faibles dans le Saint-Laurent comparées aux autres grands fleuves mondiaux, les MES jouent un rôle très important dans le transport des contaminants. Les sources de matières en suspension sont diverses. Elles peuvent provenir de l'érosion des berges du cours d'eau ou de terres agricoles mais également des effluents urbains et industriels. Les charges annuelles de matières en suspension calculées aux deux stations d'entrées au fleuve (Île Wolfe et Carillon) représentent moins de 10 % de la charge à l'exutoire du Saint-Laurent (figure 2). En fait, seulement 2 % de la charge de MES à Québec provient du lac Ontario parce que celui-ci agit comme un vaste bassin de sédimentation. Une étude précédente a démontré que la principale source de MES au Saint-Laurent provenait de l'érosion des berges et du lit du fleuve (60 %) (Rondeau et al. 2000). Si aucune tendance à la hausse ou à la baisse des charges n'est observable entre 1995 et 2009 à la station de Québec, on note cependant une forte variabilité interannuelle reliée aux niveaux d'eau du Saint-Laurent. Ainsi lors d'années à faible hydraulité (1999 et 2001) le Saint-Laurent a exporté seulement 4 millions de tonnes de sédiments vers son estuaire alors qu'il en a transporté presque le double en 1996 et 1997.

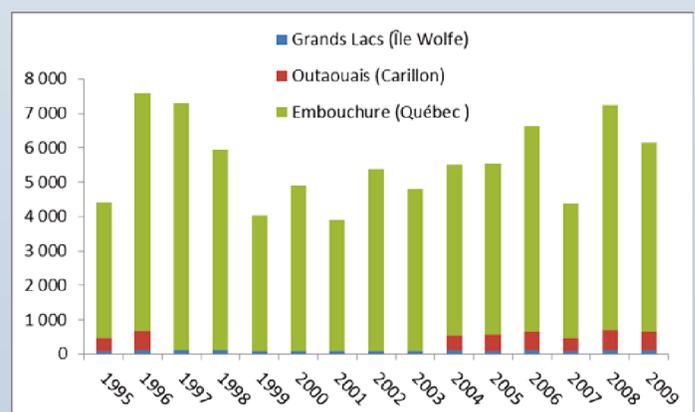


Figure 2. Quantité de matière en suspensions aux trois stations principales (milliers de tonnes/ an)

Les nutriments : La présence de nutriments en excès dans l'eau du Saint-Laurent peut entraîner certains problèmes d'eutrophication et potentiellement causer des problèmes d'hypoxie dans son estuaire. Tout comme les matières en suspension, les sources de nutriments au fleuve sont diverses mais la portion anthropique vient en grande partie des activités agricoles et urbaines. Les charges calculées pour les nitrites et nitrates aux trois stations (figure 3) démontrent un patron très différent des matières en suspension. Les apports provenant du lac Ontario atteignent 60 % de la charge estimée à l'embouchure (Québec) ce qui correspond à la même proportion que le débit d'eau provenant du lac. Les nitrites et nitrates n'étant pas associés

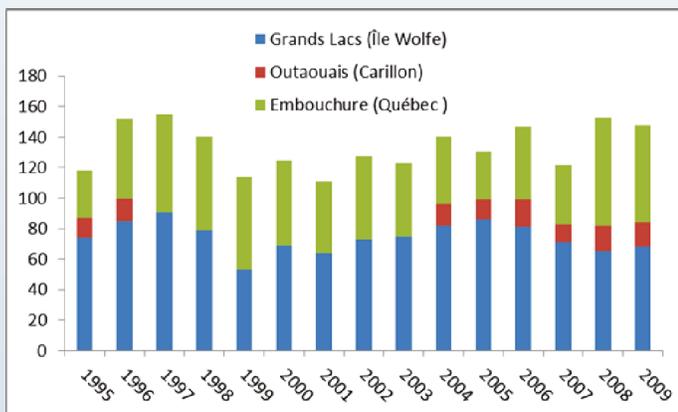


Figure 3. Quantité de nitrites-nitrates aux trois stations principales (tonnes/an)

aux particules en suspension, ceux-ci ne sont donc pas affectés par la sédimentation dans le lac. Le phosphore total présente une situation intermédiaire entre celles des matières en suspension et des nitrites et nitrates (figure 4). À l'exutoire du Saint-Laurent (Québec) une partie non négligeable du phosphore (environ 60 %) est associée aux particules en suspension. De plus on observe la même variation temporelle que les matières en suspensions entre 1995 et 2009. Si la proportion de phosphore venant des Grands Lacs est plus importante que pour les matières en suspension, ceci est dû au fait qu'une quantité importante de phosphore (90 %) se retrouve dans la phase dissoute à la sortie du lac Ontario. La proportion importante de phosphore ajouté entre

île Wolfe et Québec (figure 4) pourrait provenir des tributaires des basses terres du Saint-Laurent et serait lié en partie aux activités agricoles mais également à l'érosion et aux effluents urbains.

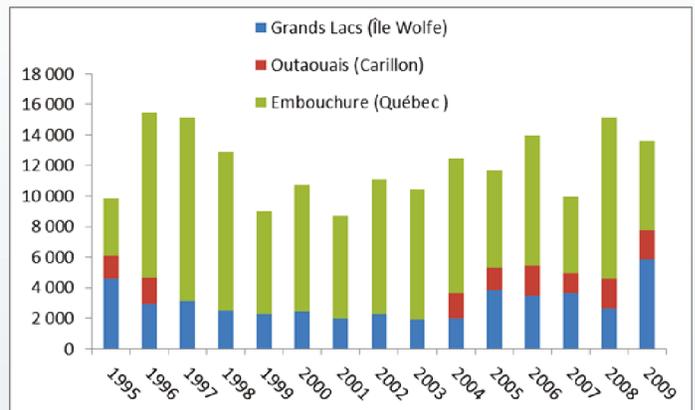


Figure 4. Quantité de phosphore aux trois stations principales (tonnes/an)

Les métaux : L'origine des métaux est parfois difficile à déterminer, car ceux-ci sont présents naturellement dans les cours d'eau. Ce n'est que lorsque les concentrations dépassent un certain seuil que l'on peut conclure à une contribution importante des activités humaines. Les données de métaux prélevés dans le Saint-Laurent ne dépassent pas les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatiques (voir encadré). La comparaison des charges calculées aux deux entrées (Île Wolfe et Carillon) à la sortie (Québec) pour le cuivre, le zinc et le mercure nous permet de constater cependant qu'il y a d'importantes sources de métaux à l'intérieur du territoire Québécois (figure 5). Le calcul des charges, réalisé pour les fractions dissoutes et particulaires, démontre que le lac Ontario est une source non négligeable de métaux dissous pour le Saint-Laurent. Par contre les métaux associés aux particules en suspension proviennent en grande partie du territoire Québécois et semblent avoir la même source que les matières en suspension. En outre, les concentrations de métaux adsorbées sur les particules en suspension sont très près des teneurs mesurées dans la croûte terrestre (Rondeau et al. 2005). On estime donc que

l'apport de métaux, en provenance des rivières tributaires, et des particules résultant de l'érosion des berges et du lit du fleuve constitue la source majeure des apports en métaux au fleuve Saint-Laurent.

Les pesticides : L'atrazine et le métolachlore sont des herbicides utilisés dans le cadre des activités agricoles en particulier dans la culture du maïs et du soya. Un bilan massique réalisé en 1995 et 1996 avait démontré l'importance du lac Ontario comme source de ces herbicides pour le Saint-Laurent (Pham et al. 2000). En règle générale, les teneurs mesurées dans le fleuve sont du même ordre de grandeur que celles mesurées à l'île Wolfe, à la sortie du lac Ontario. Cependant, à la station de Québec, des teneurs plus élevées sont observées en été vraisemblablement à cause de l'épandage de pesticides sur les cultures situées dans les basses terres du Saint-Laurent. Par ailleurs, les pesticides ne font pas l'objet d'un suivi régulier dans la rivière des Outaouais à Carillon. Une étude antérieure (Cossa et al., 1998) a révélé la quasi absence de ces contaminants, compte tenu du peu d'activités agricoles dans le bassin. Les charges annuelles calculées pour ces deux herbicides à la station de Québec pour la

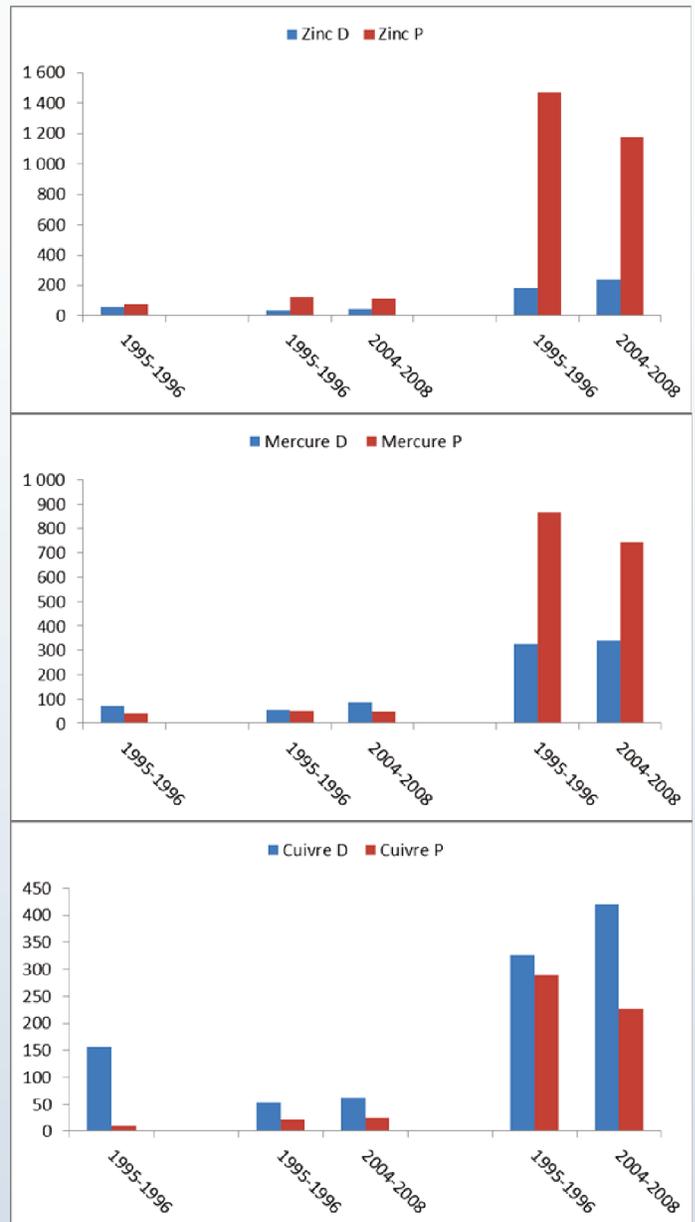


Figure 5. Quantité de zinc, mercure et cuivre aux trois stations principales (tonnes/année sauf Hg – kilogrammes/année)

période de 1995 à 2012 (figure 6) montrent une nette diminution (de l'ordre de 50 %) des apports vers l'estuaire. Cette diminution n'est pas observée dans les Grands Lacs (Burniston et al., 2012) mais elle est significative dans les tributaires québécois (Giroux et Pelletier, 2012) laissant supposer que la baisse observée dans le fleuve à Québec proviendrait possiblement de la baisse dans les tributaires québécois.



Vue de Montréal © Thinkstock

Les PolyBromoDyphenylEthers (PBDE) : Ces produits sont utilisés comme retardateurs de flammes dans plusieurs objets familiers tels que tapis, tissus, ordinateurs et peintures. Les PBDE peuvent s'échapper du produit fabriqué durant les procédés de production, au cours de son utilisation ou après son élimination pour se retrouver ensuite dans l'environnement par le biais des effluents ou sous la forme d'apport atmosphérique. Le suivi de la présence des PBDE dans les particules en suspension du Saint-Laurent a été réalisé à la station de Québec entre 1995 et 2010 (à l'exception des années 1997 et 1998). Les charges de PBDE montrent une nette augmentation au cours des dix dernières années (figure 7). Cette augmentation n'est cependant pas visible pour les PBDE légers dont la charge demeure constante pour la période à l'étude. Une description détaillée des résultats de PBDE dans les particules et les sédiments du Saint-Laurent peut être consultée dans la fiche du suivi de l'état du Saint-Laurent (Pelletier et Rondeau 2013).

Perspectives

Si l'eau du Saint-Laurent provient majoritairement du lac Ontario (60 %), il n'en va pas nécessairement de même pour les contaminants. Dans le cas du fleuve Saint-Laurent, c'est l'affinité des contaminants avec les matières

en suspension (hydrophobe) qui dictera, en grande partie, la source des contaminants. Ainsi, puisque le lac Ontario agit comme vaste bassin de décantation, les contaminants associés aux particules auront tendance à rester dans le lac sous forme de sédiments. Dans le Saint-Laurent, les particules en suspension et les contaminants qui y sont associés (métaux, phosphore et PBDE) ne proviennent pas des Grands Lacs mais plutôt de l'érosion, des effluents urbains ou industriels et des tributaires du fleuve. Par contre les contaminants plus solubles tels que les nitrates et les pesticides proviennent dans une fraction non négligeable (souvent dans la même proportion que les apports d'eau) du lac Ontario.

Grâce à de récents développements technologiques, il est maintenant possible de détecter de nouvelles substances préoccupantes, et des programmes de surveillance et de suivi sont mis en œuvre pour connaître leur comportement chimique et leur devenir dans le milieu aquatique. Plusieurs de ces substances (surfactants, stéroïdes, médicaments, hormones, etc.) sont associées à des perturbations du système endocrinien chez les organismes aquatiques. L'information sur leurs présences et leurs sources contribueront à améliorer le suivi de la qualité de l'eau du Saint-Laurent. De plus, le débit du Saint-Laurent est un facteur important régissant le transport des contaminants. Les

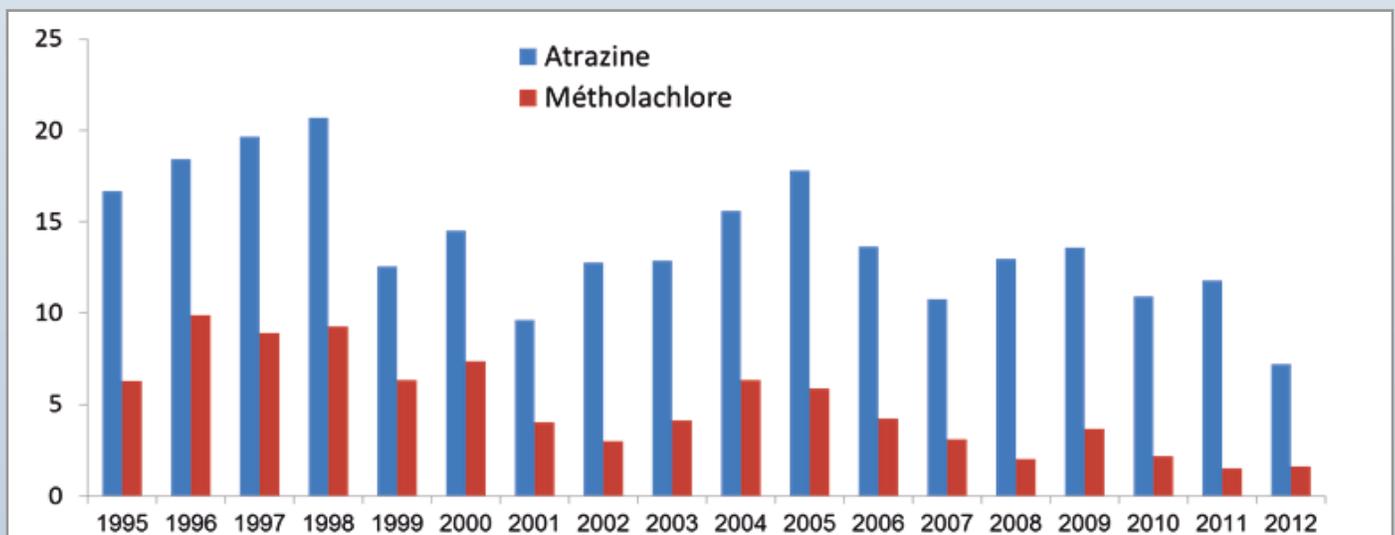


Figure 6. Quantité d'atrazine et de métholachlore exportés à l'estuaire du Saint-Laurent (tonnes/année)

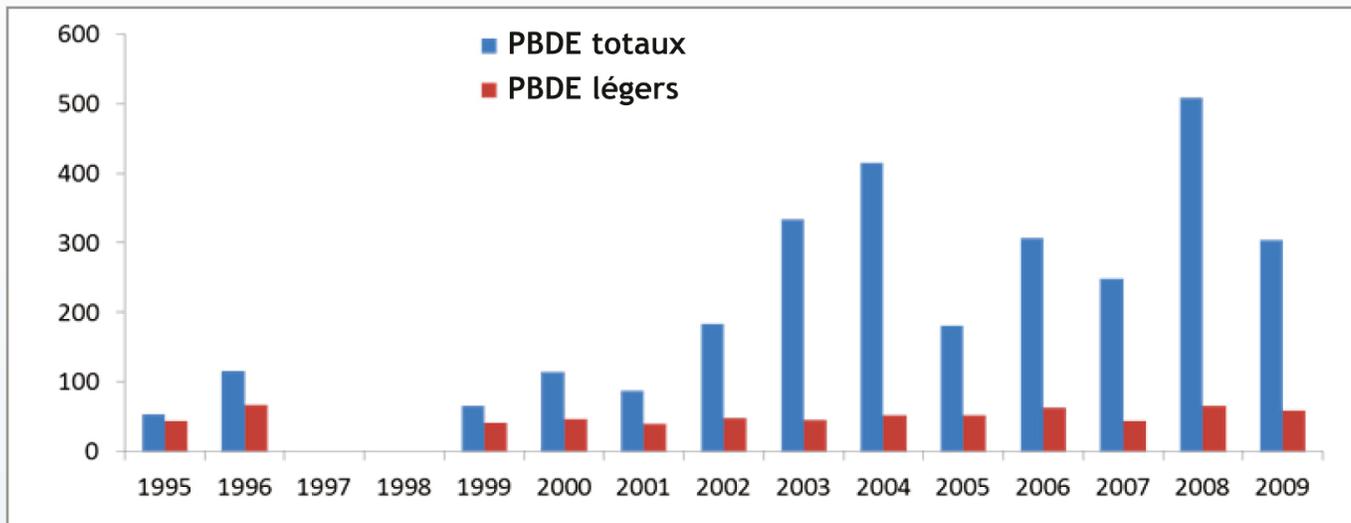


Figure 7. Quantité de PBDE exportés à l'estuaire du Saint-Laurent (kilogrammes/année)

changements du régime d'écoulement du fleuve résultant des changements climatiques ou de la régularisation du niveau des Grands Lacs auront des répercussions qui devront être documentées.

Mesures-clés

Les critères de qualité

Des seuils ou recommandations permettent d'évaluer si les différents usages de l'eau, tel que la baignade, l'abreuvement du bétail, et la vie aquatique, sont compromis par la présence d'une substance. Les critères de la qualité de l'eau ne sont pas des normes. Ces valeurs n'ont pas force de loi. Elles s'intègrent dans des procédures de gestion, où elles servent de niveau de référence à l'évaluation de la santé des écosystèmes aquatiques. Les critères de qualité sont des valeurs associées à un seuil sécuritaire qui protège un usage de tout type d'effets délétères possible : toxicité, propriétés organoleptiques ou dégradation esthétique. Parmi ces critères, celui relatif à la toxicité chronique pour la vie aquatique utilisé ici est la concentration la plus élevée d'une substance qui ne produira aucun effet néfaste sur les organismes aquatiques (et leur progéniture) lorsqu'ils y sont exposés quotidiennement pendant toute leur vie. Toute concentration dans le milieu au-dessus de ce critère, lorsqu'elle

est maintenue continuellement, est susceptible de causer un effet indésirable. Des considérations sur la santé de l'écosystème, sur les effets cumulatifs de plusieurs substances, tant pour la vie aquatique que pour la santé humaine, ou la présence d'un usage spécifique, peuvent nécessiter des exigences supplémentaires.

Métaux

En 2009 et 2011, les concentrations d'une vingtaine de métaux ont été mesurées à 15 stations d'échantillonnage provinciales réparties entre les îles de Boucherville et l'île d'Orléans (figure 1). Douze tournées ont été effectuées au cours de ces deux années. Il n'y a eu aucun dépassement des critères de qualité pour la protection de la vie aquatique (tableau 1). Bien que les concentrations soient faibles pour tous les métaux analysés, on observe pour la plupart d'entre eux (béryllium, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, manganèse, nickel, plomb, vanadium et zinc) une hausse des concentrations de l'amont vers l'aval, ce qui indique que le territoire québécois et les activités s'y déroulant constituent une source non négligeable d'apport pour ces métaux.

Tableau 1: Concentration maximale mesurée et critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique

| Métal | Forme extractible Concentration maximale mesurée ¹ ($\mu\text{g/l}$) | Forme dissoute Concentration maximale mesurée ¹ ($\mu\text{g/l}$) | Critère de qualité (effet chronique) ³ ($\mu\text{g/l}$) |
|-----------|--|---|---|
| Antimoine | 0,17 | 0,16 | 240 |
| Argent | 0,015 | 0,007 | 0,100 |
| Arsenic | 1,00 | 0,99 | 150 |
| Baryum | 27 | 23 | 440 ² |
| Béryllium | 0,039 | 0,014 | 2,4 ² |
| Bore | 24 | 24 | 5000 |
| Cadmium | 0,031 | 0,015 | 0,270 ² |
| Chrome | 2,0 | 0,25 | 11 |
| Cobalt | 0,57 | 0,30 | 100 |
| Cuivre | 7,3 | 3,3 | 9,3 ² |
| Fer | 1200 | 130 | 1300 |
| Manganèse | 54 | 6,7 | 1900 ² |
| Molybdène | 1,4 | 1,3 | 3200 |
| Nickel | 2,0 | 0,95 | 52 ² |
| Plomb | 0,66 | 0,16 | 3,2 ² |
| Sélénium | 0,3 | 0,2 | 5 |
| Strontium | 200 | 200 | 8300 |
| Uranium | 0,39 | 0,35 | 14 ² |
| Vanadium | 2,1 | 0,71 | 12 |
| Zinc | 7,9 | 2,0 | 120 |

¹ Pour l'ensemble des 15 stations² Critère calculé pour une dureté de 100 mg/L CaCO₃³ Critère du MDDELCC

Pour en savoir plus

Burniston, D., P. Klawunn, S. Backus, B. Hill, A. Dove, J. Waltho, V. Richardson, J. Struger, L. Bradley, D. Mcgoldrick, C. Marvin. 2012. *Spatial distributions and temporal trends in pollutants in the Great Lakes 1968-2008*. *Water Quality Research Journal of Canada*, vol. 46, p. 269-289.

Cossa, D., T.-T. Pham, B. Rondeau, S. Proulx, C. Surette Et B. Quémerais. 1998. *Bilan massique des contaminants chimiques dans le fleuve Saint-Laurent*. Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique ST-163, 258 pages.

Giroux, I., Et L. Pelletier, 2012. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec : bilan dans quatre cours d'eau de zones en culture de maïs et de soya en 2008, 2009 et 2010*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-64159-9 (PDF), 46 p. et 3 annexes.

Pham, T.-T., B. Rondeau, H. Sabik, S. Proulx Et D. Cossa. 2000. « Lake Ontario: The predominant source of triazine herbicides in the St. Lawrence River ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 57, p. 78-85.

Pelletier, M., M. Rondeau. 2013 Les polybromodiphényléthers (PBDE) dans les matières en suspension et les sédiments du fleuve Saint-Laurent.

Rondeau, B., D. Cossa, P. Gagnon Et L. Bilodeau. 2000. « Budget and sources of suspended sediment transported in the St. Lawrence River ». *Hydrological Processes*, vol. 14, p. 21-36.

Rondeau, B., D. Cossa, P. Gagnon, T.t. Pham and C. Surette. 2005. Hydrological and biogeochemical dynamics of minor and trace elements in the St. Lawrence River. *Applied Geochemistry*, 20: 1391-1408.

Programme Suivi de l'état du Saint-Laurent

Cinq partenaires gouvernementaux – Environnement Canada, Pêches et Océans Canada, Parcs Canada, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec – et Stratégies Saint-Laurent, un organisme non gouvernemental actif auprès des collectivités riveraines, mettent en commun leur expertise et leurs efforts pour rendre compte à la population de l'état et de l'évolution à long terme du Saint-Laurent.

Pour ce faire, des indicateurs environnementaux ont été élaborés à partir des données recueillies dans le cadre des activités de suivi environnemental que chaque organisme poursuit au fil des ans. Ces activités touchent les principales composantes de l'environnement que sont l'eau, les sédiments, les ressources biologiques, les usages et les rives.

Pour obtenir plus d'information sur le programme Suivi de l'état du Saint-Laurent, veuillez consulter le site Internet suivant : www.planstlaurent.qc.ca/.

Rédaction :

Myriam Rondeau
Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

ISBN 978-0-660-23502-8

N° de cat.: En154-79/2015F-PDF

Publié avec l'autorisation de la ministre de l'Environnement
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 3^e édition, 2015

Publié avec l'autorisation du ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques © Gouvernement du Québec, 2015

Crédits photo : Certains pictogrammes du document sont une gracieuseté du site Integration and Application Network, Université du Maryland Center for Environmental Science (ian.umces.edu/symbols/).

Également publié en anglais sous le titre :
Water quality in the fluvial sector.