

## Les multiples facettes de la contamination

### RÉSUMÉ

La pollution ou la contamination est souvent perçue comme le rejet de substances chimiques dans le milieu. La définition est cependant beaucoup plus large et inclue toute altération physique, chimique ou biologique du milieu qui entraîne des effets nuisibles à la santé, endommage les ressources et les écosystèmes ou menace les usages. L'essentiel des polluants provient des activités humaines. À plus ou moins longue échéance, les substances rejetées dans la nature aboutissent inévitablement dans le milieu aquatique et les activités réalisées à proximité ou sur les plans d'eau peuvent en modifier l'intégrité, la structure et le fonctionnement.

Les impacts dans l'environnement et sur le biote dépendent de nombreux facteurs dont la nature, la quantité et la persistance du polluant, la durée et la fréquence de l'exposition, ainsi que la sensibilité du milieu ou de l'organisme touché. Une fois dans l'environnement, les contaminants peuvent aussi subir une série de modifications biochimiques qui influenceront leur comportement, leur distribution et leur toxicité. Les interactions entre les multiples stressors qui se mélangent dans le milieu sont encore largement méconnues.

Le fleuve Saint-Laurent coule dans une région à haute densité de population, particulièrement en amont de la ville de Québec. L'agriculture, l'urbanisation et l'industrialisation imposent une pression constante au fleuve. Plusieurs polluants toxiques ou nuisibles aboutissent dans l'eau du Saint-Laurent et en détériorent la qualité, ce qui représente un risque pour les organismes aquatiques et la santé humaine et compromet parfois les usages tels que l'alimentation en eau potable, la pêche, la baignade ou les autres activités récréatives et commerciales. Depuis les années 1970, des efforts considérables ont été consacrés à l'assainissement urbain et industriel, mais plusieurs défis de taille persistent, notamment concernant l'essor de nouvelles catégories de contaminants ou l'effet des interactions des mélanges qui se forment dans le milieu.

Les sources de contaminations étant multiples, les substances retrouvées dans les eaux, les sédiments et le biote<sup>1</sup> sont très variées. Cette fiche dresse un portrait succinct de la contamination de diverses natures (chimique, biologique et physique) qui affectent les milieux aquatiques.

### Contamination chimique : d'hier à aujourd'hui

Sont qualifiés de polluants chimiques les substances organiques ou inorganiques normalement absentes du milieu ou présentes naturellement, mais en très faibles concentrations.

Au Canada, on estime à environ 70 000 le nombre de produits chimiques d'usage commercial (MDDELCC, 2016). Que ce soit au cours de leur utilisation ou à la fin de la vie utile des biens dans lesquels ils sont utilisés, plusieurs de ces produits finissent par se retrouver dans l'environnement.

---

<sup>1</sup> L'ensemble des organismes vivants (flore, faune et champignons ainsi que les micro-organismes tels que bactéries) présents dans un habitat ou un lieu donné.

Certaines substances toxiques retrouvées dans le système du Saint-Laurent sont issues de la révolution industrielle passée et leur concentration dans l'environnement tend à diminuer. Il s'agit de contaminants dits historiques qui regroupent des substances chimiques métalliques (inorganiques), comme le mercure le cadmium ou le plomb, ainsi que divers composés



organiques persistants dont le DDT et les biphényles polychlorés (BPC) (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014). Ces substances ont fait ou font toujours l'objet de suivis basés sur des critères établis de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique. Les sources, leur comportement dans l'environnement et leur toxicité sur le milieu et la santé humaine sont généralement bien documentés. De nos jours, leur usage est contrôlé, restreint ou interdit (Lebeuf et al., 2002; information supplémentaire dans la fiche *Contaminants historiques et émergents*). Malgré une forte réduction des apports suite aux mesures restrictives établies, le caractère persistant et la grande mobilité de ces contaminants leur permettent d'être transportés sur de grandes distances dans le réseau hydrographique ou dans l'atmosphère et de se concentrer dans les

sédiments et les organismes vivants, ce qui ralentit leur évacuation ou leur élimination du système.

Les contaminants d'intérêt émergent correspondent quant à eux à un signal du développement urbain et industriel plus récent. Il s'agit de substances dont les teneurs dans le milieu sont généralement en progression. Font entre autres partie du lot, les pesticides et herbicides, les détergents, les médicaments, les hormones, les constituants du plastique ou encore les produits imperméabilisants (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014). Bien que plusieurs de ces substances soient utilisées depuis les années 60 ou 70 (comme les PBDE), il a fallu attendre l'évolution des méthodes de détection pour pouvoir déceler, quantifier leur présence dans l'environnement et entreprendre des programmes de surveillance (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014). Plusieurs de ces contaminants ne sont que partiellement éliminés par les structures



Wikimedia Commons

d'assainissement actuelles en vigueur au Québec et leurs effets sur le milieu et la santé humaine sont encore mal définis (Kleywegt et al., 2007; Berryman et al., 2014; Giroux et al., 2016). Pour bon nombre de ces substances, aucun critère de la qualité d'eau n'a encore été établi (Berryman et al., 2014). Ces critères, basés sur la toxicité du contaminant, sont essentiels à une évaluation

appropriée des risques associés à leur présence dans le milieu et à l'élaboration de mesures de gestion adaptées. Les études effectuées jusqu'à maintenant ont tout de même conduit à l'instauration de quelques mesures de contrôles visant certains composés ou leurs dérivés. Ces restrictions ont cependant pour effet une augmentation de l'utilisation de produits de remplacement, qui se retrouvent aussi dans l'environnement et dont les effets potentiels sont peu ou pas connus. Comme c'est le cas pour les produits ignifuges de remplacement des PBDE (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014)<sup>2</sup>.

Les déséquilibres chimiques provoqués dans l'environnement aquatique ne sont pas uniquement associés à l'introduction de substances toxiques dans le milieu. Des modifications de la salinité peuvent aussi faire varier les propriétés physico-chimiques des masses d'eau et avoir des effets biologiques. Ces variations de salinité se répercuteront inévitablement sur le fonctionnement de l'écosystème en influençant entre autres, les courants, la stratification des masses d'eau ou la disponibilité des éléments nutritifs. La salinité est aussi un facteur limitatif de la répartition des organismes aquatiques et agit donc directement sur la structure de la communauté (Dufour et Ouellet, 2007; CCME, 1999a). Des facteurs anthropiques, tels le rejet d'importants volumes d'effluents industriels et urbains et les ouvrages entravant la circulation naturelle des masses d'eau (comme les barrages), peuvent modifier le régime de salinité des estuaires et des eaux côtières et avoir une incidence sur le biote. Afin d'assurer la protection des organismes marins et estuariens et de maintenir les schémas naturels de circulation et de mélange des eaux côtières, il est recommandé d'éviter que les activités humaines n'entraînent des variations de plus de 10 % de la salinité naturelle prévue à un endroit et un moment donné (CCME, 1999a).

## Contamination biologique

Les polluants d'ordre biologiques regroupent les microorganismes pathogènes (bactéries, virus, parasites, champignons) et la matière organique produite par les êtres vivants (excréments, sucres, graisses, etc.). Ils sont majoritairement transités par les rejets d'eaux usées domestiques, municipales et industrielles, ainsi que des fossés de drainages ou eaux de ruissellement des terres agricoles (lisier, fumier). Bien que des normes régissent les rejets d'eaux usées, la désinfection n'est pas partout obligatoire. Au Québec, 60 % des eaux usées traitées sont rejetées sans désinfection (Gouvernement du Québec, 2017). Dans certaines circonstances, comme lors de débordements des réseaux d'égouts occasionnés par de fortes pluies, les rejets se font directement dans le milieu sans



Rejet d'eaux usées © iStock

---

<sup>2</sup> La fiche *Contaminants historiques et émergents* énumèrent les principaux contaminants chimiques toxiques historiques ou d'intérêt émergent, les principales sources lorsque connues et la législation en vigueur.

passer préalablement par une usine d'épuration. Par ailleurs, le ruissèlement sur les terres agricoles épandues, particulièrement important lors d'averses, n'est traité que par une bande riveraine large et en santé. Les normes sont cependant moins sévères en milieu agricole où une largeur règlementaire de la bande riveraine de 3 mètres est acceptée, contrairement aux 10 à 15 m de largeur qui doivent être observés ailleurs (MDDELCC, 2015).

À l'heure actuelle donc, les principaux problèmes de contamination microbienne découlent des débordements d'égouts, des rejets d'eaux usées traitées non désinfectées, ainsi que de l'épandage des fumiers et des lisiers en milieu agricole. La contamination microbienne en zone côtière comporte des risques pour la santé humaine et est susceptible de compromettre la pratique sécuritaire des usages de l'eau, comme la consommation de mollusques ou les activités récréatives de contact direct (baignade, ski nautique, planche aérotractée, etc.) et indirect avec l'eau (pêche sportive, canotage, voile, etc.) (Gouvernement du Québec, 2017). Dans les milieux estuariens et marins, l'impact d'apports de microorganismes pathogènes est généralement moins problématique puisque les conditions de salinité ne sont pas favorables à la prolifération d'agents pathogènes ou bactériens et en limitent la durée de vie (SOeS, 2011).



Marée verte dans le nord Finistère © Thesupermat, Wikimedia Commons

Les eaux usées ou provenant du drainage agricole sont également chargées de matières organiques et de nutriments. Ces apports supplémentaires d'éléments nutritifs participent à l'enrichissement excessif des eaux côtières, ce qui favorise la prolifération d'algues (macroalgues ou phytoplancton). Ce phénomène d'eutrophisation peut s'accompagner d'épisodes de marées vertes ou de phytotoxicité, provoquer un appauvrissement de la biodiversité, une réduction de la productivité de l'habitat et l'apparition de zones d'hypoxie ou

d'anoxie (Dufour et Ouellet, 2007; Kachel, 2008; SOeS, 2011). Le long des rives de l'estuaire moyen du Saint-Laurent, l'important brassage des masses d'eau provoqué par les forts courants de marée et les vagues assure généralement la dilution des apports de nutriments terrigènes, prévenant l'apparition de tels phénomènes. Malgré cela, certains secteurs calmes et protégés, comme l'intérieur d'anses ou de baies, sont susceptibles d'être affectés par le phénomène d'eutrophisation côtière lié à des excès de nutriments.

L'introduction d'espèces exotiques envahissantes est parfois considérée comme une forme de pollution biologique. Pour plus d'information sur cette problématique, consultez la fiche *Les espèces aquatiques envahissantes*.

## Contamination physique

Intuitivement, la pollution de nature physique fait penser aux débris solides de toute taille qui se retrouvent dans les cours d'eau ou jonchent les rivages. Les polluants de ce type regroupent des débris insolubles dans l'eau et souvent non dégradables, comme les plastiques qui représentent d'ailleurs la majeure partie des déchets recensés dans les mers et sur les côtes du monde (70 % à 90 %). Leur durée de vie en mer peut être très longue, celle des canettes d'aluminium est estimée à 200 ans et celle des bouteilles de plastique à plus de 400 ans. Certains chercheurs avancent même que la durée de vie des plastiques serait indéfinie (MPO, 2007a; SOeS, 2011). Il est estimé que 80 % des débris marins proviennent de sources terrestres d'où ils sont



Débris jonchant une plage. © Domaine public, Wikimedia Commons

transportés par une multitude de facteurs comme le vent, la pluie, le ruissèlement ou encore les réseaux d'égouts et collecteurs pluviaux. Les 20 % restant correspondent à des rejets directs en mer (Allsopp, 2006; MPO, 2007a). Une fois dans le milieu aquatique, ils sont transportés et s'accumulent à certains endroits spécifiques selon les patrons de courants ou sont déposés sur les rivages avec les vagues et la marée. Sous l'effet des rayons UV, de la température, de la salinité, des courants, de la dégradation bactérienne et de l'agitation mécanique, ces ordures peuvent se fragmenter jusqu'à former des micros déchets. Réduits à l'état de particules, ils deviennent alors pratiquement impossibles à enlever de l'environnement (MPO, 2007a).

Dépendamment de leur nature et de leur taille, ces déchets solides peuvent blesser ou causer la mort d'animaux qui s'y empêtrent ou les confondent avec des proies et les ingèrent. Ils peuvent servir de vecteur de transport pour des microorganismes, des contaminants chimiques ou des espèces exotiques envahissantes. Ils présentent un danger pour la navigation et la santé humaine, en plus de nuire au développement touristique et de limiter certains usages comme la baignade, la plaisance ou la pêche récréative (Sheavly, 2005; Allsopp, 2006; MPO, 2007a).

Les débris marins se retrouvent déjà partout (rivages, masses d'eau, fonds marins, biote). Malgré les nombreux traités, engagements, normes, lois, alliances ou conventions ratifiés ici et ailleurs dans le but de prévenir l'introduction de déchet en mer, les tendances observées mondialement laissent présager une hausse des volumes rejetés au cours des prochaines décennies (Allsopp, 2006; MPO, 2007a; Tibbetts, 2015). Les pistes de solutions envisagées actuellement concernent notamment la réduction du volume de déchets terrestres produits, l'amélioration des systèmes

et programmes de gestion de matières résiduelles ou encore la possibilité de transformer les déchets terrestres en une ressource économique (Collectif, 2011).

### **Contamination mécanique, thermique, radioactive et sonore**

Outre les déchets, la contamination physique réfère aussi aux facteurs qui modifient la structure physique du milieu. On parle alors, selon le cas, de pollution mécanique, thermique, radioactive et sonore.

La pollution mécanique réfère à une surcharge importante des eaux en éléments en suspension qui provoque une augmentation de la turbidité, donc de l'opacité du milieu. Les dépôts de sédiments fins peuvent également modifier la composition du substrat du lit d'un cours d'eau et en réduire la perméabilité et la stabilité. Bon nombre d'interventions humaines sont susceptibles d'ajouter des charges solides aux cours d'eau. Notons entre autres, les travaux de dragage, de voirie et de construction, les rejets d'effluents industriels et urbains, l'exploitation forestière, agricole, minière ou encore les forages en mer (CCME, 2002). L'érosion naturelle des formations géologiques est cependant la source la plus courante de sédiments en suspension dans les masses d'eau. C'est d'ailleurs ce qui explique la majeure partie de la charge sédimentaire du secteur fluvial mesurée à la hauteur de Québec (Rondeau et al., 2000). Dans l'estuaire moyen, les conditions de turbidité déjà très élevées dues à la charge sédimentaire naturellement importante limitent les impacts d'un apport supplémentaire de matière en suspension. La pollution mécanique peut tout de même se faire ressentir à proximité des sources en zone côtière.

La pollution thermique correspond à une modification de la température du milieu, le plus souvent à la hausse. En général, ce type de pollution est causé par les systèmes de refroidissement de certains procédés industriels (industries de pâtes et papiers, aciéries, industries pétrolières, etc.) qui rejettent des volumes importants d'eau chaude dans l'environnement, mais peut aussi venir des rejets d'eaux usées urbaines et du drainage agricole. L'élévation de la température du milieu aquatique a deux effets notables, soit la réduction de la quantité d'oxygène dissous et la modification des activités métaboliques des organismes vivants. Les conséquences de ces impacts dans le milieu sont multiples et se traduisent entre autres par un accroissement de la sensibilité des organismes aux substances toxiques, une hausse du taux de mortalité des espèces sensibles et une diminution de la biodiversité en plus de favoriser la prolifération de microorganismes (bactéries et virus), l'arrivée d'espèces exotiques potentiellement invasives ou porteuses de maladies ainsi que le phénomène d'eutrophisation (CCME, 1999b). Pour s'assurer de réduire au minimum les effets néfastes de la pollution thermique, les recommandations canadiennes limitent à 1°C les variations de température ambiante des eaux marines et estuariennes causées par des activités humaines (CCME, 1999b). Les fluctuations thermiques naturellement observées dans le milieu côtier et estuarien du Saint-Laurent surpassent d'ailleurs largement cette recommandation.

Les effets de la radioactivité sur la faune et la flore sont les mêmes que ceux observés chez l'homme. Tout organisme vivant exposé à la pollution radioactive est sujet aux mutations cellulaires, principale cause de développement de cancers. Certains éléments radioactifs peuvent

également être bioaccumulés par les organismes à la base de la chaîne alimentaire aquatique (plancton, algues). Évidemment, les conséquences dépendent de la fréquence et la dose d'irradiation reçue (CEAEQ, 2015). Puisque les risques pour l'environnement et la santé associés au matériel radioactif sont graves, et considérant les impacts catastrophiques provoqués par les accidents (dont le plus récent : Fukushima en 2011), tout pays qui exploite des installations nucléaires doit établir un cadre juridique pour en réglementer l'utilisation (AIEA). Au Canada, l'énergie nucléaire est une importante source de production d'électricité. Cette industrie est principalement concentrée en Ontario, où se trouvent 18 des 19 réacteurs nucléaires de puissance actuellement exploités au pays. L'autre est localisé au Nouveau-Brunswick, alors que le Québec a décidé de fermer sa centrale nucléaire en décembre 2012 (RNCAN, 2017). Certaines applications scientifiques (datation au carbone 14), industrielles ou médicales (radiothérapies, radiographie) ont aussi recours à des procédés impliquant les principes du rayonnement radioactif. Aujourd'hui, les déchets radioactifs générés au Canada proviennent : des mines et des usines de concentration d'uranium, des raffineries d'uranium et des usines de conversion de l'uranium, de la fabrication de combustibles nucléaires, de l'exploitation de réacteurs nucléaires pour la production d'électricité, de la recherche nucléaire et de la production et de l'utilisation de radio-isotopes (en médecine) (RNCAN, 2017). L'ensemble de ces activités, dont la gestion des déchets radioactifs, est sous la responsabilité du gouvernement fédéral et soumis à un cadre législatif élaboré (RNCAN, 2017).

Toute activité anthropique réalisée sur, sous ou à proximité de l'eau implique l'augmentation du niveau sonore sous marin. Depuis les années 1960, les niveaux de bruit sous marin ont doublé chaque décennie (MPO, 2017b). Le milieu aquatique étant un excellent vecteur de son, les bruits anthropiques peuvent voyager sur de très longues distances et entraîner des impacts à plusieurs centaines de mètres, voire plusieurs dizaines de kilomètres de la source. Les répercussions de la pollution sonore sur la faune aquatique seront très différentes selon la nature des bruits engendrés (fréquence, intensité et durée), la distance de la source et l'espèce présente. Des perturbations acoustiques peuvent masquer les signaux sonores biologiquement importants, entraîner une variété de réactions comportementales (réaction d'évitement, perturbation des activités d'alimentation, désertion de certaines zones, etc.) ou affecter physiologiquement les animaux (surdité temporaire, barotraumatismes, dommages tissulaires, affaiblissement du système immunitaire, etc.). Les conséquences varient entre des impacts à peine perceptibles et la mort de l'individu, dans des cas extrêmes (Jørgensen et al., 2004; Weilgart, 2007; OSPAR Commission, 2009; Popper et Hasting, 2009). Le phénomène de pollution sonore sous-marine et les problèmes environnementaux qu'ils provoquent sont encore mal compris, notamment les impacts à long terme. En 2012, le Ministère des Pêches et Océans Canada démarrait un projet visant à cartographier le bruit provenant du trafic maritime dans le golfe du Saint-Laurent. Ces données ont servi à élaborer un modèle capable de simuler les répercussions du bruit sur l'environnement acoustique et les populations sous-marines. Ultimement, ce modèle pourra contribuer à mettre en place une réglementation sur la gestion du bruit (MPO, 2017b). Cette pollution physique a tout de même l'avantage de ne pas perdurer dans l'environnement. Une fois la source de bruit est éliminée, il n'y a plus de nouveaux effets.

## **Les interactions**

La plupart du temps, un rejet n'est jamais la source d'un contaminant unique. Dans l'environnement, les différents types de pollution (chimique, biologique et physique) se combinent pour créer des mélanges extrêmement complexes et variables. Les interactions entre tous les polluants peuvent mener à des effets cumulatifs (additifs), synergiques ou antagonistes auxquels sont exposés les organismes aquatiques en milieu naturel. Cependant, la plupart des études écotoxicologiques se concentrent sur les impacts de contaminant unique et les effets des mélanges sur les populations et les écosystèmes demeurent très difficiles à évaluer. Afin de palier cette lacune, les chercheurs se tournent vers l'utilisation d'espèces sentinelles pour pouvoir évaluer les effets des mélanges de contaminants sur la santé des écosystèmes (Couillard, 2009).



## Références

Agence internationale de l'énergie atomique - AIEA. Promouvoir la sûreté des installations nucléaires. Brochures d'information. (page consultée le 4 juillet 2017) [https://www.iaea.org/sites/default/files/safetynuclinstall\\_fr.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/safetynuclinstall_fr.pdf)

Allsopp, M., A. Walters, D. Santillo et P. Johnston. 2006. Plastic Debris in the World's Oceans. 44 p.

Berryman, D., C. Salhi, A. Bolduc, C. Deblois et H. Tremblay. 2012. Les composés perfluorés dans les cours d'eau et l'eau potable du Québec méridional, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 35 p. et 2 annexes.

Centre d'expertise en analyses environnementales du Québec - CEAEQ. 2015. Procédure d'évaluation du risque radiotoxique pour l'environnement, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 28 p. et annexes.

Collectif. 2011. The Honolulu strategy. A global framework for prevention and management of marine debris. 50 p

Conseil canadien des ministres de l'environnement - CCME. 1999a. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique — salinité (eau de mer), dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.

Conseil canadien des ministres de l'environnement - CCME. 1999b. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique — température (eau de mer), dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.

Conseil canadien des ministres de l'environnement — CCME. 2002. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique — matières particulaires totales, dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.

Couillard, C. 2009. Utilisation des poissons pour évaluer les effets biologiques des contaminants dans l'estuaire du Saint-Laurent et le fjord du Saguenay. *Revue des sciences de l'eau*, vol. 22: 291–314.

Dufour R. et Ouellet P. 2007. Rapport d'aperçu et d'évaluation de l'écosystème marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2744F : vii + 123 p.

Giroux, I., S. Hébert et D. Berryman. 2016. Qualité de l'eau du Saint-Laurent de 2000 à 2014 : paramètres classiques, pesticides et contaminants émergents. *Le Naturaliste canadien*, vol. 140 (2) : 26-34.

Gouvernement du Québec. 2017. La qualité de l'eau et les usages récréatifs (page consultée le 4 juillet 2017) <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/recreative/index.htm>

Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent. 2014. Portrait global de l'état du Saint-Laurent 2014. Plan Saint-Laurent. Environnement Canada, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, Parcs Canada, Pêches et Océans Canada et Stratégies Saint-Laurent, 53 p.

Jørgensen, R., N. O. Handegard, H. Gjørseter et A. Slotte. 2004. Possible vessel avoidance behaviour of capelin in a feeding area and on a spawning ground. *Fisheries Research*, Vol. 69: 251-261.

Kachel, M. J. 2008. Threats to the Marine Environment: Pollution and Physical Damage. Dans: Particularly Sensitive Sea Areas. The IMO's role in protecting vulnerable marine areas. *Hamburg Studies on Maritime Affairs*, vol 13. Springer, Berlin, Heidelberg. 376 p.

Kleywegt, S., S-A. Smyth, J. Parrott, K. Schaefer, E. Lagacé, M. Payne, E. Topp, A. Beck, A. McLaughlin et K. Ostapyk. 2007. Produits pharmaceutiques et produits d'hygiène personnelle dans l'environnement canadien : recherches et directives, série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE, No 8, 61 p.

Lebeuf, M., M. Noël et Y. Clermont. 2002. La contamination des ressources marines par les toxines. *Saint-Laurent Vision 2000 (Suivi de l'état du Saint-Laurent)* 6 p.

Ministère des Pêches et Océans Canada - MPO. 2017a. À la recherche des bruits sous-marins. (page consultée le 10 juillet 2017) <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/article/2016/02-12-16-fra.html>

Ministère des Pêches et Océans Canada - MPO. 2007b. Les débris marins. (page consultée le 4 juillet 2017) <http://www.nfl.dfo-mpo.gc.ca/f0011139>

Ministère du développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques – MDDELCC. 2016. Substances toxiques. Page consultée le 28 juillet 2016. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/subst-toxiques.htm>

Ministère du développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques – MDDELCC. 2015. Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec. Direction des politiques de l'eau. 131 p.

OSPAR Commission. 2009. Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. Publication 441/2009. London, 133 p.

Popper, A. N. et M. C. Hastings 2009. The effects of human-generated sound on fish. *Integrative Zoology*, vol. 4: 43-52

Ressources naturelles Canada - RNCAN. 2017 Énergie nucléaire / Uranium (page consultée le 10 juillet 2017) <http://www.rncan.gc.ca/energie/uranium-nucleaire/7692>

Rondeau, B., D. Cossa, Gagnon, P. et L. Bilodeau. 2000. Budget and sources of suspended sediment transported in the St. Lawrence River, Canada. *Hydrological processes*, vol. 14 : 21-36.

Service de l'observation et des statistiques - SOeS. 2011. Environnement littoral et marin. Chapitre V : pollutions et qualité du milieu marin

Sheavly, S.B. 2005. Sixth Meeting of the UN Open-ended Informal Consultative Processes on Oceans & the Law of the Sea. Marine debris – an overview of a critical issue for our oceans. 7 p.

Tibbetts, JH. 2015. Managing marine plastic pollution: policy initiatives to address wayward waste. Environ Health Perspect. Vol 123 (4) : 90-93.

Weilgart, L. S. 2007. A Brief Review of Known Effects of Noise on Marine Mammals. International Journal of Comparative Psychology, vol. 20 (2): 159-168

