



VERSION RÉVISÉE

Stratégie binationale de gestion des risques concernant le mercure

Avril 2018

**Document destiné à promouvoir la participation des intervenants clés et du public
à l'élaboration de stratégies**

Ce document a été préparé par Environnement et Changement climatique Canada et
l'Environmental Protection Agency des États-Unis



Avis de non-responsabilité

Ce document a pour objectif de proposer des stratégies de gestion et d'atténuation des risques concernant le mercure, conformément à l'Annexe 3 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL). La mention de marques de commerce, de noms de produits et d'organismes ne suppose pas leur cautionnement par le gouvernement des États-Unis ou par le gouvernement du Canada.

Remerciements

La production de ce rapport a été financée par l'Environmental Protection Agency des États-Unis (US EPA), par le représentant spécialisé de l'agent de négociation des marchés, F. Anscombe, Chicago (Illinois) du Battelle Memorial Institute, en vertu du contrat EP-R5-11-07 signé avec la US EPA. Ce rapport a été préparé en tenant compte des conseils du personnel de l'US EPA, du Bureau du Programme national des Grands Lacs, et d'Environnement et Changement climatique Canada.

Sources des photos de la page couverture et du bandeau

Haut de page : Remise en état du Havre Peninsula, Marathon, Ontario, source: infosuperior.com.

Bas de la page : Rivière Sainte-Claire – Secteur préoccupant. Source : Roger Santiago, Environnement Canada.

Bandeaux de page: Projet d'acquisition côtière PS Muskegon. Source : National Oceanic and Atmospheric Administration

Résumé

L'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs entre le Canada et les États-Unis (AQEGL) vise à réduire les rejets anthropiques dans l'air, l'eau, les sols, les sédiments et le biote de produits chimiques sources de préoccupations mutuelles (PCSPM), dont le mercure qui est susceptible d'altérer la qualité de l'eau des Grands Lacs. Conformément à l'AQEGL, les Parties se sont entendues pour adopter, comme il convient, les principes relatifs à la quasi-élimination des PCSPM et à l'interdiction totale de leur rejet dans l'environnement.

Le présent document propose une stratégie binationale sur le mercure qui permettra de concentrer les efforts déployés par le gouvernement du Canada et celui des États-Unis et ce, en collaboration et en consultation avec les gouvernements provinciaux et étatiques, les gouvernements tribaux, les Premières Nations, les Métis, les gouvernements municipaux, les organismes de gestion des bassins hydrographiques, d'autres organismes publics locaux, l'industrie et le public. L'objectif est de mettre en œuvre des mesures de gestion et d'atténuation des risques qui visent à réduire les concentrations de mercure dans la région des Grands Lacs. Les Parties et leurs partenaires appliqueront cette stratégie en qualité d'outil d'orientation pour cerner les mesures de réduction des PCSPM, en établir l'ordre de priorité et les mettre à exécution. Les solutions proposées dans le cadre de cette stratégie relèvent des cinq catégories suivantes : réglementation et autres mesures d'atténuation et de gestion des risques; promotion de la conformité et application de la loi; prévention de la pollution; contrôle, surveillance et autres travaux de recherche; et qualité de l'eau territoriale. Les Parties s'engagent à tenir compte, dans la mesure du possible, des solutions présentées dans le présent document au moment de prendre des décisions sur les programmes, les activités de financement et la dotation. Les organismes mandatés pour entreprendre des travaux dans ces secteurs se chargeraient toutefois de leur mise en œuvre. Tel qu'indiqué dans l'AQEGL, les obligations de chacune des Parties sont assujetties à l'affectation de fonds, conformément à leurs procédures respectives.

Le mercure est un élément métallique naturel utilisé dans diverses applications et rejeté par des sources naturelles et anthropiques. Les concentrations de mercure dépassent les seuils de risque pour la santé humaine et écologiques dans de nombreuses régions des Grands Lacs. En raison de ses effets néfastes sur les humains et la faune, le mercure a été largement étudié, surveillé, réglementé et ciblé pour mettre en place des mesures nécessaires au Canada, aux États-Unis et dans le monde. Pourtant, le mercure continue d'être une menace pour les écosystèmes et la santé humaine. La présente stratégie a permis d'établir plusieurs lacunes sur le plan des mesures d'atténuation des risques liés au mercure :

- Un manque général de connaissances sur la façon dont un changement climatique peut avoir un impact sur le cycle du mercure
- Un besoin d'améliorer les données sur les émissions et d'appliquer des outils novateurs, tels que des rapports isotopiques sur le mercure, pour améliorer la capacité des modèles actuels et prévoir le lien entre les émissions de mercure et les concentrations de poissons
- Le besoin d'effectuer une évaluation complète sur l'efficacité des programmes de réglementation existants dans le but limiter et réduire les effets du mercure sur les Grands Lacs

Dans le but de combler ces lacunes, on propose, dans le présent document sur la Stratégie binationale, diverses solutions qu'on énumère dans le **Tableau A du résumé**. En mettant en œuvre les solutions décrites dans cette Stratégie, les intervenants amélioreront l'état du bassin hydrographique des Grands Lacs, de même que la santé des biocénoses respectives.

Tableau A du résumé. Récapitulation des options proposées dans la stratégie canado-américaine sur le mercure

Catégories de mesures				
Réglementation et autres mesures d'atténuation et de gestion des risques	Promotion de la conformité et application de la loi	Prévention de la pollution	Suivi, surveillance et autres projets de recherche	Qualité de l'eau domestique
Options stratégiques				
<p>Évaluer l'efficacité des programmes de réglementation existants pour assurer une efficacité maximale et des répercussions positives globales à l'échelle mondiale (Canada)</p> <p>Évaluer l'efficacité des programmes de réglementation des émissions existants visant à contrer la pollution par le mercure (É.-U.)</p> <p>Réviser et mettre à jour les actions en fonction des connaissances scientifiques actuelles et du contexte régional (Canada et États-Unis)</p> <p>Identifier les procédés de fabrication ou les produits qui ajoutent intentionnellement du mercure (É.-U.)</p> <p>Continuer à réduire les émissions de mercure provenant de la production d'électricité au charbon (Canada)</p> <p>Continuer à mettre en œuvre des réglementations nationales ainsi que d'autres activités de gestion des risques concernant le mercure (Canada et États-Unis)</p> <p>Élaborer la Loi relative à la stratégie</p>	<p>Promouvoir la conformité aux activités et initiatives nationales et internationales sur le mercure (Canada et États-Unis)</p> <p>Poursuivre la mise en œuvre des obligations respectives de la Convention de Minamata sur le mercure (Canada et États-Unis)</p>	<p>Améliorer la sensibilisation du public et éduquer le public et le personnel des installations sur les sources potentielles de mercure et les mesures à prendre pour manipuler les produits contenant du mercure (Canada et États-Unis)</p> <p>Améliorer la sensibilisation du public et éduquer le public sur la façon d'obtenir et de mettre en œuvre des avis de consommation de poisson selon l'emplacement géographique (Canada et États-Unis)</p> <p>Encourager les industries à assurer un suivi de leurs activités et efforts de P2 en consignnant ceux-ci dans la base de données du TRI ou par des activités de promotion de P2 (fiches d'information et études de cas) (États-Unis).</p> <p>Souligner les réussites de la prévention de la pollution (Canada et États-Unis)</p>	<p>Continuer d'assurer le suivi du mercure par la biosurveillance et dans les milieux environnementaux des Grands Lacs (air, précipitations, sédiments, poissons et autres espèces sauvages) et de publier les résultats dans diverses publications (p. ex. portails en ligne, rapports gouvernementaux et revues scientifiques) afin de maximiser la taille de l'auditoire (Canada et États-Unis).</p> <p>Continuer les efforts pour mettre à jour et maintenir les inventaires des émissions de mercure afin que les émissions régionales et mondiales puissent être compilées (Canada et États-Unis)</p> <p>Effectuer d'autres recherches sur la dynamique de méthylation et les répercussions différentes du mercure dans les milieux côtiers par rapport aux milieux extracôtiers (É.-U.)</p> <p>Améliorer les modèles existants pour suivre le transport atmosphérique à grande distance, le taux de formation de méthylmercure dans l'environnement et le risque écologique correspondant (Canada et États-Unis)</p> <p>Mettre au point des outils économiques fiables et efficaces (p. ex., échantillonneurs passifs) pour la collecte</p>	<p>Examiner et mettre à jour les normes existantes sur la qualité de l'eau domestique, au besoin (Canada et États-Unis)</p>

<p>nationale sur l'élimination sûre et écologique des lampes contenant du mercure (Canada)</p> <p>Poursuivre avec l'assainissement des sites et des sédiments contaminés au mercure (Canada et États-Unis)</p> <p>Modifier le Règlement sur les produits contenant du mercure afin de réduire davantage le mercure dans les produits (Canada)</p>		<p>Mettre en place les meilleures techniques et pratiques environnementales disponibles pour les sources nouvelles et considérablement modifiées (Canada et États-Unis)</p>	<p>de données sur la surveillance en milieux multiples à long terme en rapport avec le mercure (Canada et États-Unis)</p> <p>Élaborer et intégrer un système de données structuré pour suivre les sources, les découvertes, les déchets et les produits contenant du mercure (Canada et États-Unis)</p>	
---	--	---	---	--

Table des matières

Avis de non-responsabilité.....	ii
Remerciements.....	ii
Sources des photos de la page couverture et du bandeau	ii
Résumé	iii
Table des matières.....	vi
Illustrations	viii
Tableaux.....	viii
Acronymes et abréviations	ix
1 Introduction	1
2 Profil chimique	2
2.1 Dénomination chimique	2
2.2 Propriétés physiques et chimiques.....	2
2.3 Évaluation et dispersion dans l'environnement.....	2
2.4 Sources et rejets du mercure dans les Grands Lacs.....	3
2.4.1 Usages et quantités dans le commerce	4
2.4.2 Sources d'émissions et de rejets.....	5
2.4.3 Le mercure dans l'environnement.....	6
2.4.3.1 Dans l'air	6
2.4.3.2 Dans les eaux de surface.....	7
2.4.3.3 Dans les sédiments.....	7
2.4.3.4 Dans le biote	8
2.5 Résumé des hauts niveaux de risques.....	9
3 Politiques, règlements et programmes existants en matière de gestion et de contrôle du mercure ..	10
3.1 États-Unis.....	10
3.1.1 Lois et règlements existants.....	10
3.1.2 Mesures de prévention de la pollution.....	11
3.1.3 Mesures de gestion des risques.....	12
3.1.4 Suivi, surveillance et autres efforts de recherche.....	12
3.1.5 Normes et lignes directrices américaines	14
3.2 Canada	14
3.2.1 Lois et règlements en vigueur.....	14
3.2.2 Mesures de prévention de la pollution.....	14
3.2.3 Mesures de gestion des risques.....	15
3.2.4 Suivi, surveillance et autres efforts de recherche.....	16
3.2.5 Recommandations et normes canadiennes pour la qualité de l'environnement	18
3.3 Mesures binationales.....	20
3.3.1 Stratégie binationale sur les produits toxiques dans les Grands Lacs	20

3.3.2	Plans d'action et d'aménagement panlacustre	20
3.3.3	Stratégie régionale de collaboration des Grands Lacs.....	21
3.3.4	National Atmospheric Deposition Program/Mercury Deposition Network	21
3.3.5	Initiative des sciences coopératives et de surveillance	22
3.3.6	Rapport sur l'état des Grands Lacs	22
3.4	Scène internationale.....	22
3.4.1	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe, Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance	22
3.4.2	Programme des Nations Unies pour l'environnement, Convention de Minamata sur le mercure	23
3.4.3	Partenariat mondial du PNUE sur le mercure.....	23
3.4.4	Plan d'action de surveillance des contaminants dans l'Arctique et Programme d'évaluation sous l'égide du Conseil de l'Arctique.....	24
3.4.5	Commissions de coopération environnementale.....	24
4	Analyse des lacunes	24
4.1	Lacunes et mesures à prendre.....	24
4.2	Dépassement ou non-conformité avec les lignes directrices visant la qualité de l'environnement	26
5	Options d'atténuation et de gestion des risques pour combler les lacunes	26
5.1	Règlementation et autres mesures d'atténuation et de gestion des risques	27
5.2	Promotion de la conformité et application de la loi.....	28
5.3	Prévention de la pollution	29
5.4	Suivi, surveillance et autres efforts de recherche	29
5.5	Qualité de l'eau domestique.....	31
6	Conclusions	31
7	Figures.....	32
8	Tableaux.....	37
9	Références	43

Illustrations

Figure 1. Le cycle du mercure. Source: Evers et al. (2011).....	32
Figure 2. Déclin dans les émissions du mercure 1990-2005. Source: Evers et al. (2011).....	32
Figure 3. Tendances dans l'inventaire national des émissions (INE), émissions de mercure (tonnes) Source: États-Unis EPA 2014 NEI version 2 documents d'appui technique	33
Figure 4. Tendances historiques et projetées des émissions atmosphériques de mercure au Canada. Source: ECCC (2016b)	33
Figure 5. Moyenne annuelle sur sept ans sur les dépôts humides de mercure selon les données de surveillance du NADP/MDN.	34
Figure 6. Répartition spatiale du mercure dans les sédiments des Grands Lacs. L'encart est le corridor du lac Sainte-Claire. Source : State of the Lakes Technical Report (2017)	34
Figure 7. Tendances à long terme du mercure sur le saumon quinnat, le saumon coho, le touladi, le grand corégone et le doré jaune dans les Grands Lacs. Source : State of the Lakes Technical Report 2017. ..	35
Figure 8. Avis sur la consommation de poisson dans les Grands Lacs en raison du mercure. Source: Evers et al. (2011)	36

Tableaux

Tableau 1. Propriétés physiques et chimiques du mercure et composés choisis.	37
Tableau 2. Estimation de la quantité de mercure élémentaire dans les produits contenant du mercure ajouté aux États-Unis (2013).....	38
Tableau 3. Sources d'approvisionnement mondial en mercure, 2015.....	38
Tableau 4. Émissions totales de mercure au Canada par secteur, 1990-2015.....	38
Tableau 5. Lois fédérales aux États-Unis autorisant le Règlement sur le mercure.....	39
Tableau 6. Résumé des programmes sur le mercure des États des Grands Lacs provenant d'une enquête de 2011.	40
Tableau 7. Normes aux États-Unis et recommandations canadienne pour la qualité de l'environnement concernant le mercure et le méthylmercure, ainsi que les concentrations moyennes dans les Grands Lacs.....	41

Acronymes et abréviations

ACAP	Arctic Contaminants Action Plan (Plan d'action de surveillance des contaminants dans l'Arctique)
AMNet	Atmospheric Mercury Network
ASGM	Extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or
CAMNet	Réseau canadien de mesure du mercure atmosphérique
CAPMoN	Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations
BPC	Biphényles polychlorés
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CEE	Commission de coopération environnementale
CEEGL	Conférences sur l'état de l'écosystème des Grands Lacs
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche (Institut de la pollution atmosphérique, Italie)
COP1	Convention de Minamata sur le mercure
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
ECCC-SAM	Environnement et Changement climatique Canada – Surveillance atmosphérique du mercure
ECMS	Enquête canadienne sur les mesures de la santé
EPCRA	Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (la loi américaine sur la planification des urgences et le droit de la communauté à l'information)
GLEND	Great Lakes Environmental Database
GLNPO	Great Lakes National Program Office
GLRC	Great Lakes Regional Collaboration
GLRI	Great Lakes Restoration Initiative
GLWQA	Great Lakes Water Quality Agreement
GTD	Groupe de travail de détermination
FTU	Substance fabriquée, traitée ou utilisée
Hg	Mercure
HgS	Sulfure de mercure (cinabre)
IBPN	Initiative de biosurveillance des Premières Nations
ICSS	Initiative coopérative scientifique et de surveillance
INRP	Inventaire national des rejets de polluants
IRT	Inventaire des rejets toxiques
LCPE	Loi canadienne sur la protection de l'environnement
MACT	Maximum Achievable Control Technology
MATS	Mercury and Air Toxics Standards
MDN	Mercury Deposition Network
MEBA	Mercury Export Ban Act of 2008
MGT	Mercure gazeux total
NADP	National Atmospheric Deposition Program
NAtChem	National Atmospheric Chemistry (Database)
Ni-Cd	Nickel Cadmium
NP	Normes pancanadiennes
NRDC	Natural Resources Defense Council
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
OPE	Ouvrages publics d'épuration
P2	Prévention de la pollution
PAAP	Plan d'action et d'aménagement panlacustre

PATLD	Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance
PARNA	Plans régionaux nord-américains
PBLS	Programme binational du lac Supérieur
PCSPM	Produits chimiques sources de préoccupations mutuelles
PDRN	Programmes de démonstration du rejet nul
PLCN	Programme de lutte contre les contaminants dans le nord
PNUE	Programmes des Nations Unies pour l'environnement
PPPAS	Petites piles au plomb-acide scellées
PRQA	Programme de réglementation de la qualité de l'air
PRTR	Inventaire des émissions et des transferts de matières polluantes
PSEA	Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique
PSSCP	Programme de suivi et de surveillance des contaminants dans le poisson
RCQE	Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement
RCRA	Resource Conservation and Recovery Act
RIDA	Réseau de mesure des dépôts atmosphériques
SP	Secteur préoccupant
SBPTGL	Stratégie binationale sur les produits toxiques dans les Grands Lacs
TPM	Total des particules de mercure
TSCA	Toxic Substances Control Act
US EPA	United States Environmental Protection Agency
US FDA	Food and Drug Administration (États-Unis)
USGS	United States Geological Survey

1 Introduction

L'[Annexe 3](#) de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL) vise la réduction des rejets anthropiques de produits chimiques sources de préoccupations mutuelles (PCSPM) dans les eaux et l'écosystème des Grands Lacs, étant reconnu : (1) que la gestion du cycle de vie utile est importante; (2) que les connaissances et l'information sont essentielles à une saine gestion; (3) que la gestion des PCSPM peut être assurée aux niveaux fédéral, étatique, provincial, tribal ou local au moyen d'une combinaison de programmes réglementaires et non réglementaires; (4) que les efforts déployés à l'échelle internationale peuvent contribuer à la réduction des rejets de sources situées à l'extérieur du bassin; et (5) que le public peut aider à réduire la présence de la substance. Même si l'AQEGL n'exige pas d'établir des cibles de réduction, il convient de tenir compte des lignes directrices actuelles et du travail accompli en application des autres annexes.

En 2016, les deux gouvernements ont désigné le mercure comme [l'un des huit](#) PCSPM. En désignant ainsi le mercure, les Parties convenaient que ce composé constitue une menace aux Grands Lacs, que les mesures de gestion actuelles ne suffisent pas, et que de nouvelles interventions avantageant le bassin des Grands Lacs s'imposent. Ces mesures sont inscrites dans les stratégies binationales qui peuvent comporter des activités de recherche, de suivi, de surveillance et de prévention de la pollution, de même que des dispositions relatives au contrôle. Les stratégies binationales ont ainsi pour but de réduire les rejets de PCSPM en concentrant les efforts fournis par les gouvernements, les organismes et le public dans la mise en œuvre de mesures d'atténuation et de gestion des risques. Les gouvernements des États-Unis et du Canada chargés d'administrer l'AQEGL. Aux États-Unis, le Bureau du programme national américain des Grands Lacs (BPNAGL) de l'US EPA coordonne ces efforts. Au Canada, le bureau régional de l'Ontario d'Environnement et Changement climatique Canada coordonne ces efforts.

Les Parties et leurs partenaires peuvent appliquer cette stratégie comme outil d'orientation pour cerner des mesures de réduction des PCSPM, en établir l'ordre de priorité et les mettre à exécution. Seules les mesures à grande échelle sur le terrain permettront la réalisation de réductions. Il faudra néanmoins du temps pour les mettre en application dans une mesure où l'on pourra accomplir d'importantes réductions et pour que l'environnement aquatique y réagisse. Des facteurs comme les changements climatiques, les sources existantes et le changement des activités humaines sur le site font en sorte qu'il est difficile de prévoir la vitesse à laquelle des changements importants pourraient être observés dans les lacs. La réussite ultime de la stratégie dépend des efforts combinés fournis par les collectivités de la région des Grands Lacs. La stratégie, de même que sa mise en œuvre, sera régulièrement révisée; on en rendra également compte dans le rapport d'étape présenté aux Parties. Bien que l'AQEGL n'établisse pas d'échéanciers pour l'application de la stratégie, on devrait la réviser périodiquement. Il incombe toutefois de noter que, durant le délai d'exécution de la réévaluation, la désignation d'aucun autre produit chimique ne sera acceptée.

Cette stratégie de lutte contre le mercure comporte une liste de 23 solutions de gestion à appliquer au Canada et/ou aux États-Unis, lesquelles visent à éliminer les éléments susceptibles de nuire à la qualité de l'eau en réduisant les rejets de mercure. Ces solutions peuvent être utilisées pour définir, soutenir ou coordonner les nouveaux projets ou ceux en cours. Elles sont réparties en cinq catégories : réglementation et autres mesures d'atténuation et de gestion des risques; promotion de la conformité et application de la loi; prévention de la pollution; contrôle, surveillance et autres travaux de recherche; et qualité de l'eau domestique. Les Parties s'engagent à intégrer, dans la mesure du possible, leurs propres mesures dans le cadre des stratégies de lutte contre les PCSPM dans les décisions concernant les programmes, les activités de financement et la dotation. Les organismes mandatés pour effectuer

des travaux dans ces secteurs assureront, dans la mesure du possible, leur mise en œuvre. Comme on l'a indiqué dans l'AQEGL, les obligations respectives des Parties sont assujetties à l'affectation de fonds conformément à leurs procédures respectives. D'autres annexes de l'AQEGL pourraient soutenir la mise en œuvre d'autres mesures de lutte contre les PCSPM comme, par exemple, les annexes 2 (Aménagement panlacustre) et 10 (Science)

2 Profil chimique

Un résumé détaillé des données d'environnement et d'autres renseignements pertinents pris en compte pour désigner les BPC comme PCSPM est donné dans [Rapport sommaire binational sur le mercure](#), rédigé par le Groupe de travail d'identification (GTI) (2015). [L'ampleur et les effets de la pollution par le mercure dans la région des Grands Lacs – les liens entre le mercure et les Grands Lacs](#), une synthèse publiée par la Biodiversity Research Institute, avec la participation de la Commission des Grands Lacs et l'Université Wisconsin-La Crosse, fournit un aperçu des sources, du cycle et des impacts du mercure (Evers et al., 2011). Le rapport d'évaluation scientifique sur le mercure au Canada (ECCC 2016) contient également une évaluation scientifique complète et une synthèse sur le mercure dans l'environnement canadien.

2.1 Dénomination chimique

Le mercure (Hg) est un élément métallique naturel. Il existe trois formes de mercure : les composés de mercure élémentaires, inorganiques et organiques. Le mercure élémentaire est un métal liquide lourd, blanc argenté, et le seul élément métallique qui soit liquide à température ambiante. Les composés inorganiques du mercure se produisent lorsque le mercure se mélange avec des éléments autres que le carbone, tels que le chlore, l'oxygène ou le soufre. Les composés inorganiques du mercure, également appelés sels de mercure, sont principalement des poudres ou des cristaux blancs, à l'exception du sulfure de mercure (cinabre), qui est rouge et devient noir après exposition à la lumière. Mélangé avec du carbone, le mercure forme des composés organiques de mercure; le méthylmercure est le mercure organique le plus commun dans l'environnement (US EPA, 2017b).

2.2 Propriétés physiques et chimiques

Le mercure est valorisé pour des applications industrielles en raison de ses propriétés physico-chimiques en termes de tension de surface élevée, de densité élevée, de faible résistance électrique, de réflectance élevée et de volume d'expansion constant à l'état liquide (Schroeder et Munthe, 1998, Park et Zheng, 2012). Comparé aux autres métaux, le mercure est un mauvais conducteur de la chaleur et un bon conducteur d'électricité. Certaines propriétés physiques et chimiques du mercure et des composés de mercure courants sont indiquées dans le **Tableau 1**. Lorsqu'il se forme naturellement, le mercure est un métal qui se présente principalement sous la forme d'un minéral cinabre inorganique (HgS) (Michigan DEQ et US EPA, 2013). La forme cinabre est un composé insoluble et stable (ATSDR, 2013). Cependant, les rejets naturels ou anthropiques de mercure inorganique dans l'environnement permettent aux processus biologiques naturels de convertir le mercure inorganique en une forme organique plus toxique du méthylmercure (Schroeder et Munthe, 1998).

2.3 Évaluation et dispersion dans l'environnement

Le cycle simplifié du mercure, illustré à la figure 1, montre comment le mercure pénètre dans les écosystèmes, se bioamplifie dans la chaîne alimentaire et se bioaccumule dans les poissons et la faune (Evers et al., 2011). Dans l'environnement aquatique, le mercure inorganique peut être converti en méthylmercure par une série de processus complexes impliquant souvent des bactéries sulfato-réductrices; généralement dans des zones humides et des sédiments (Evers et al., 2011). Le

méthylmercure se bioaccumule et se bioamplifie à travers la chaîne alimentaire, avec des niveaux croissants allant des petits organismes aquatiques, aux petits poissons, aux gros poissons et à la faune. Cette situation peut créer une source importante d'exposition alimentaire sur les humains consommant du poisson ou des animaux sauvages. Les principaux poissons prédateurs, comme le doré jaune et le touladi, peuvent avoir des concentrations de mercure un million de fois plus élevées que celles de l'eau environnante (Commission mixte internationale, 2015).

Les émissions atmosphériques de mercure peuvent provenir de processus naturels, comme des feux de forêt et une activité volcanique, et de processus anthropiques, tels que la combustion du charbon ou des activités industrielles (Cohen et al., 2007, Evers et al., 2011). Le mercure émis par des sources anthropiques peut rester dans l'atmosphère de six mois à un an, permettant un transport sur de longues distances (Commission mixte internationale, 2015) avant un dépôt atmosphérique éventuel (Evers et al., 2011). Les dépôts peuvent prendre la forme de dépôts humides ou secs. En ce qui concerne les dépôts humides, le mercure est extrait de l'atmosphère pour retourner sur Terre sous forme de précipitations (pluie, neige) (Evers et al., 2011). Pour les dépôts secs, le mercure est retiré de l'atmosphère pour être ensuite déposé sous forme de gaz ou de particules (Evers et al., 2011). À cause des dépôts humides ou secs, le mercure peut s'accumuler sur les arbres, le sol, l'eau ou d'autres surfaces (Cohen et al., 2007). En plus du transport sur de longues distances et des dépôts, le mercure peut également se déposer localement, en fonction essentiellement son état d'oxydation. Le mercure gazeux oxydé et particulaire se dépose généralement beaucoup plus rapidement que le mercure élémentaire et a un temps de résidence atmosphérique beaucoup plus court (de l'ordre de quelques jours à quelques semaines). Bien que les formes oxydées constituent une petite fraction du mercure atmosphérique total, elles peuvent représenter une grande partie du dépôt total de mercure (humide + sec).

2.4 Sources et rejets du mercure dans les Grands Lacs

Les émissions naturelles de mercure proviennent de sa présence dans la croûte terrestre et sont produites par l'activité volcanique et géothermique, les sols enrichis de minéraux contenant du mercure, les feux de forêt et l'érosion des gisements minéraux.

Les émissions et dépôts atmosphériques sont maintenant identifiés comme la plus grande source de mercure dans la région des Grands Lacs (Evers et al., 2011). Le mercure atmosphérique peut provenir de sources mondiales et régionales éloignées, ou peut être libéré localement et rester dans la région des Grands Lacs (Evers et al., 2011). Un modèle de mélange isotopique (Lepak et al., 2015) a identifié trois sources primaires de mercure pour des sédiments : atmosphérique, industriel et dérivé des bassins versants. Les résultats indiquent que les sources atmosphériques sont principalement présentes dans les sédiments du Lac Huron, du Lac Supérieur et du Lac Michigan, tandis que les sources industrielles et dérivées des bassins versants sont principalement présentes dans les sédiments des lacs Érié et de l'Ontario. La comparaison des signatures chez les poissons prédateurs de trois lacs a révélé que le mercure bioaccumulé est plus semblable sur le plan isotopique au mercure d'origine atmosphérique qu'aux sédiments d'un lac. Un inventaire mondial amélioré des émissions pour la période de 1990 à 2010 (Zhang et al., 2016) a révélé une diminution de 20 % des émissions totales de mercure et une diminution de 30 % des émissions anthropiques de Hg₀, avec des diminutions beaucoup plus importantes en Amérique du Nord et en Europe, mais une augmentation des émissions en Asie. Les grandes tendances observées en Amérique du Nord et en Europe reflètent l'élimination du mercure provenant des produits commerciaux ainsi que le contrôle des émissions de SO₂ et de NO_x sur les services publics alimentés au charbon.

2.4.1 Usages et quantités dans le commerce

Historiquement, les produits contenant du mercure ont été largement utilisés dans les environnements résidentiel, commercial, industriel, militaire, marin et médical. Cependant, depuis 1980, l'utilisation de mercure dans les produits vendus aux États-Unis a diminué de plus de 97 %. En ce qui concerne les États-Unis, les principales catégories de produits restants contenant du mercure sont indiquées dans le **Tableau 2** (US EPA 2017c, IMERC). Il s'agit notamment de produits industriels et de composants tels que des commutateurs et relais, amalgames dentaires, thermostats, lampes, piles boutons et des produits formulés tels que produits de revêtement, acides, alcalis, agents de blanchiment, produits pharmaceutiques, colorants, réactifs, agents de conservation, cosmétiques et colorants (Carpenter et al., 2011). Les utilisations mondiales actuelles de mercure comprennent la production de chlorure de vinyle monomère (VCM), les opérations minières artisanales d'or (ASGM), les procédés de soude caustique à cellules mercurielles et plusieurs autres biens de consommation tels que les ampoules fluocompactes et autres lampes (Carpenter et al., 2011). Les États-Unis et le Canada ne participent pas à des processus VCM ou ASGM.

Depuis le 8 novembre 2015, le règlement sur les produits contenant du mercure interdit l'importation et de produits contenant du mercure au Canada, avec certaines exemptions pour les produits essentiels qui n'ont pas de solutions de rechange viables sur le plan technique ou économique. Le mercure et ses composés sont considérés comme des ingrédients interdits et listés sur la [Liste des ingrédients de cosmétiques](#). Ainsi, leur utilisation dans les produits cosmétiques est interdite au Canada. Les données reçues au cours de la période de rapport de 2017 indiquent que les produits contenant du mercure, importé ou fabriqué au Canada en 2016, représentaient environ une tonne métrique de mercure et étaient principalement des amalgames dentaires.

Aux États-Unis, la seule utilisation actuelle connue du mercure élémentaire dans un procédé de fabrication est la production de soude caustique, utilisant une technique de cellule à mercure. La plupart des installations américaines qui ont utilisé une telle technique ont fermé leurs portes ou se sont converties dans des technologies de fabrication sans mercure; le nombre d'installations de cellule à mercure en exploitation aux États-Unis est passé de 14 en 1996 à 2 en 2013. Environ 368 tonnes de mercure élémentaire étaient utilisées par l'industrie du chlore et de la soude en 2013 (US EPA 2017c). Il n'y a aucune usine de chlore et de soude caustique à base de cellule à mercure au Canada; la dernière usine de production de soude caustique à cellule de mercure a été fermée en 2008 (ECCC, 2016a).

En 2017, le PNUÉ a estimé l'approvisionnement mondial moyen de mercure en 2015 à environ 3 480-4 785 tonnes par an (PNUÉ 2017). L'extraction du mercure métallique contribue à l'approvisionnement mondial en mercure. Le mercure est actuellement exploité uniquement en Chine, au Mexique, en Indonésie et en République kirghize (Commission européenne, 2017). Les principales sources de mercure pour le marché mondial, selon les données de 2007, sont résumées dans le **Tableau 3**.

L'utilisation industrielle du mercure est de plus en plus reconnue comme une responsabilité vis-à-vis des pays concernés, par conséquent les États-Unis et d'autres pays ont commencé à accumuler un excédent important de mercure (c.-à-d., fabriqué, récupéré et vendu ou stocké pour usage ultérieur) (Carpenter et al. 2011). Selon l'US EPA (2017), il existe actuellement deux sources primaires d'approvisionnement en mercure aux États-Unis :

- Sous-produit de l'extraction et du traitement des métaux
- Récupération du traitement des déchets

L'US EPA estime que la production élémentaire de mercure résultant d'un sous-produit était de 12 tonnes métriques en 2011 et que la quantité de mercure provenant du traitement des déchets dangereux était de 66 tonnes métriques en 2013 (US EPA 2017c).

Selon les Associations of Lighting and Mercury Recyclers (ALMR), plus de 60 entreprises recyclent des produits contenant du mercure aux États-Unis. Il existe des installations dans la région des Grands Lacs au Wisconsin, au Minnesota, en Illinois et en Pennsylvanie, mais toutes ces installations n'émettent pas de mercure mais récupèrent uniquement du mercure pour un traitement ultérieur. Quatre grandes entreprises de recyclage se spécialisent dans le renfermant ou le retraitement des déchets de mercure en mercure de qualité marchande. L'une d'eux est située dans l'Illinois; deux sont situées en Pennsylvanie et une au Minnesota (US EPA 2007).

Il n'y a pas d'exploitation minière d'or, d'argent ou de zinc dans le bassin des Grands Lacs. Le mercure, provenant de l'industrie minière du fer (émissions de cheminée provenant de la transformation de la taconite) dans le nord-est du Minnesota, est la principale source d'extraction minière dans le bassin des Grands Lacs. Selon Berndt (2003), les émissions de mercure en 2000 de 342 kg/an étaient principalement élémentaires et n'étaient donc pas déposées localement. Selon l'Iron Mining Association du Minnesota, il y a actuellement huit compagnies qui exploitent ou prévoient d'exploiter du minerai de fer au Minnesota (<http://taconite.org/mining-industry/mines>).

2.4.2 Sources d'émissions et de rejets

Les activités d'origine naturelle et anthropique contribuent toutes deux au cycle du mercure. Les sources naturelles de mercure, comme les éruptions volcaniques et les émissions provenant des océans, constitueraient environ un tiers des émissions mondiales actuelles de mercure rejeté dans l'atmosphère, tandis que les émissions anthropiques représenteraient les deux autres tiers (GLRC, 2010). Une fois déposées, elles peuvent être réémises. À l'instar des émissions naturelles, ces réémissions seraient composées principalement de mercure élémentaire (Cohen et coll., 2007). Une grande partie du mercure qui circule dans l'environnement aujourd'hui a probablement été libéré il y a des années, lorsqu'il était fréquemment utilisé dans de nombreux produits et procédés industriels, commerciaux et résidentiels (GLRC, 2010), bien que l'océan en soit devenu un puits important (Lamborg et coll., 2014).

Dans les années 1970, la réglementation initiale concernant les sources de mercure visait les grandes installations industrielles de chlore et de soude caustique ainsi que les usines de pâtes et papiers qui déversaient le mercure directement dans les Grands Lacs, ainsi que dans les rivières et les cours d'eau affluents. Il en était également émis dans l'atmosphère par les incinérateurs de déchets municipaux et médicaux (NYSDEC, 2017). Les émissions et retombées atmosphériques ont été identifiées comme étant la principale source de mercure dans la région des Grands Lacs dans un rapport de 2010 (GLRC, 2010), la plus grande proportion provenant des centrales électriques alimentées au charbon. Ces centrales ont été progressivement abandonnées en Ontario en 2014. Toutefois, on en retrouve toujours en service dans le bassin des Grands Lacs.

Dans la **figure 2**, on constate une baisse de 50 % des émissions anthropiques de mercure dans les États des Grands Lacs entre 1990 et 2005 (Evers et coll., 2011). Cette baisse serait le résultat de mesures provinciales, étatiques, régionales, binationales et volontaires pour freiner les émissions de mercure. Les inventaires canadiens ont fait état d'une diminution de 85 % des émissions atmosphériques entre 1990 et 2010 (**tableau 4**) (ECCC, 2016a). En date de 2011, les centrales au charbon ont été identifiées comme étant la plus grande source anthropique de mercure dans les États des Grands Lacs, contribuant à environ 39 % des émissions anthropiques totales (INE, 2011). Les centrales alimentées au charbon sont en voie d'élimination progressive au Canada (Sibbald, 2016) et ont été fermées en Ontario en 2014. Aux

États-Unis, les normes MATS (Mercury and Air Toxic Standards) et d'autres facteurs (p. ex. le passage au gaz naturel) ont contribué à une baisse importante des émissions de mercure provenant des centrales au charbon. Dans l'ensemble, les sources d'émissions de mercure ont diminué au Canada, aux États-Unis et en Europe (Evers et coll., 2011). Cependant, les émissions mondiales sont en hausse, principalement en raison des apports de l'Asie (Evers et coll., 2011). On estime qu'elles représentent aujourd'hui environ 50 % des émissions anthropiques totales (ECCC, 2016a).

En 2005, le traitement des minerais métalliques était le deuxième plus important contributeur et représentait 14 % des émissions atmosphériques de mercure dans les États des Grands Lacs (GTD, 2015). Dans la région des Grands Lacs, les centrales au charbon ont été identifiées comme les plus grands contributeurs individuels dans l'État ou la province, à l'exception du Minnesota et de New York (Evers et coll., 2011), bien que depuis la fermeture de ses dernières centrales au charbon en 2014, l'Ontario n'y participe plus. Le reste des sources fixes sont les incinérateurs de déchets médicaux et municipaux et les chaudières industrielles (Evers et coll., 2011). Les autres sources anthropiques importantes comprennent l'utilisation et l'élimination des produits contenant du mercure, la transformation des métaux et la fabrication du ciment (Michigan DEQ et US EPA, 2013).

Grâce aux isotopes stables de mercure, les chercheurs sont maintenant capables d'identifier les sources de mercure des sédiments des Grands Lacs. Ces isotopes retrouvés dans les précipitations des Grands Lacs peuvent aussi servir d'outil d'attribution des sources (Sherman et Blum, et coll., 2016). Le mercure issu de l'atmosphère (précipitations) vient au premier rang dans les sédiments des lacs Supérieur, Huron et Michigan, tandis que celui provenant des bassins hydrographiques et industriels domine dans les sédiments des lacs Érié et Ontario (Evers et coll., 2011). Le mercure peut également être introduit dans les plans d'eau par les stations d'épuration ou par les lixiviats de décharge contaminés par l'utilisation et l'élimination de produits de consommation contenant du mercure, comme les piles, les ampoules électriques (lampes fluorescentes et ampoules fluocompactes) et les interrupteurs électriques (US EPA, 2017b). Une grande partie de la pollution ponctuelle par le mercure provenant des installations de chlore et de soude caustique a été maîtrisée, ce qui a permis le rétablissement partiel des Grands Lacs, comme en témoignent des concentrations plus faibles de mercure dans les sédiments lacustres des Grands Lacs inférieurs (p. ex., le lac Ontario), la baisse des concentrations de mercure dans le poisson depuis les années 1970 et l'avènement de la réglementation (Evers et coll., 2011).

2.4.3 Le mercure dans l'environnement

La surveillance du mercure dans le bassin des Grands Lacs se poursuit; les points saillants des données existantes sont résumés ci-dessous. Le mercure a été détecté dans divers milieux environnementaux, les plus fortes concentrations se trouvant près des zones urbaines et industrielles.

2.4.3.1 Dans l'air

Les concentrations ambiantes de mercure dans les Grands Lacs ont diminué considérablement depuis les années 1970 (GTD, 2015). Les concentrations de mercure dans l'atmosphère ont régressé d'environ 2 % par année depuis 2005, selon les mesures notées dans la Région des lacs expérimentaux du Canada (à l'ouest du lac Supérieur). Les mesures de dépôts humides du North American Mercury Deposition Network suivent ces tendances, les flux reculant d'environ 1,6 % par année depuis 1996 (ECCC et US EPA, 2017). Les émissions de mercure aux États-Unis ont diminué, passant d'une estimation de 246 tonnes en 1990 à 52 tonnes en 2014 (US EPA, 2014) (**figure 3**). Au Canada, les émissions sont passées d'environ 35 000 kg en 1990 à 4 400 kg en 2015 (**figure 4**) (ECCC, 2016b). Les réductions observées au Canada sont principalement attribuables au passage de la production de zinc pyrométallurgique à la production hydrométallurgique dans une installation et, dans une moindre

mesure, à des meilleures mesures de contrôle des émissions, des meilleurs contrôles d'émissions de MP et un remplacement de combustibles (ECCC, 2018a).

Un récent examen rapporté par Cole et coll. (2014) a démontré les tendances à long terme du mercure dans l'air et les précipitations au Canada. Des baisses ont été observées dans le mercure gazeux total et dans celui des précipitations entre les années 1990 et le début de 2010 (Cole et coll., 2014). Les concentrations totales de mercure gazeux, à quelques exceptions près, se situaient généralement entre 1,2 et 1,9 ng/m³ dans l'ensemble du Canada. Les quantités moyennes de dépôts humides variaient entre 0,1 et 0,8 µg/m² par mois (Cole et coll., 2014).

2.4.3.2 Dans les eaux de surface

Bien qu'il soit présent en quantité infime dans les eaux de surface des Grands Lacs, le mercure reste préoccupant en raison du potentiel de bioaccumulation et de bioamplification dans la chaîne alimentaire (GTD, 2015). Entre 2003 et 2009, les concentrations de mercure dans les eaux de surface extracôtières des Grands Lacs étaient relativement faibles. Les concentrations signalées variaient de 0,3 ng/L à 0,54 ng/L, ce qui demeure nettement inférieur à la valeur de 26 ng/L des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (GTD, 2015). Les concentrations les plus basses ont été relevées dans le lac Huron et la baie Georgienne, soit 0,24 et 0,3 ng/L, respectivement. Celles des lacs Supérieur et Ontario étaient de 0,35 ng/L, et les lacs Michigan et Érié possédaient les concentrations les plus élevées, soit 0,49 ng/L et 0,54 ng/L, respectivement (GTD, 2015).

Des études ont révélé une forte baisse (de 50 à 75 %) des concentrations de mercure total dans l'eau des Grands Lacs depuis 2000 (GTD, 2015). La diminution importante du mercure a été attribuée à la fois à la réduction des dépôts atmosphériques, au déclin de la charge des affluents et à l'augmentation de la volatilisation du mercure gazeux. Toutefois, le taux de diminution de la concentration de mercure dans les eaux littorales (<100 mètres de profondeur) dépasse celui dans les eaux du large. Cet écart a été constaté pour tous les Grands Lacs, à l'exception du lac Huron (GTD, 2015).

2.4.3.3 Dans les sédiments

Les carottes de sédiments du lac Michigan suggèrent que l'afflux de mercure a culminé vers le milieu des années 1900, pour ensuite diminuer après les années 1970, coïncidant avec l'établissement de la Clean Water Act. Evers et coll. (2011) ont noté que le pic des concentrations de mercure et le déclin qui s'en est suivi sont conformes aux tendances des émissions et des dépôts de mercure dans les Grands Lacs. La baisse constante des concentrations dans les sédiments pour l'ensemble du territoire laisse à penser que les mesures locales, régionales et binationales de contrôle des émissions ont pu réduire efficacement les sources de mercure du bassin des Grands Lacs. Les sources de mercure issues des dépôts humides dans les sédiments sont illustrées à la **figure 5**.

Entre 1970 et 2010, les concentrations de mercure dans les sédiments de surface des eaux lacustres libres des Grands Lacs variaient de 0,1 à > 1,0 µg/g (poids sec), les plus élevées se trouvant dans les lacs Érié et Ontario, probablement en raison de la présence des activités industrielles (GTD, 2015). La distribution spatiale du mercure dans les sédiments des Grands Lacs est illustrée à la **figure 6**.

Les concentrations moyennes de mercure dans les sédiments des lacs Érié et Ontario dépassaient le niveau d'effets probables (0,486 µg/g en poids sec) et le niveau d'effets de seuil (0,17 µg/g en poids sec) des Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique (GTD, 2015) pour les données d'étude formulées en 2003, 2005 et 2008 (GTD, 2015). Dans le lac Supérieur et la baie Georgienne, la concentration moyenne de mercure dans les sédiments n'excédait que l'effet de

seuil. Dans le lac Huron, la concentration moyenne dans les sédiments était inférieure à la fois au niveau d'effets probables et au niveau d'effets de seuil (GTD, 2015). Les concentrations plus élevées signalées dans l'est des Grands Lacs sont sans doute attribuables aux contributions plus importantes des sources locales actuelles (p. ex., la production d'électricité) et aux taux de dépôt plus grands près des lieux de rejet (GTD, 2015).

2.4.3.4 Dans le biote

Les efforts de surveillance déployés pendant les 40 dernières années par ECCC ont révélé des baisses spectaculaires des niveaux de mercure dans les œufs de goélands argentés (*Larus argentatus*) et de multiples espèces de poissons (touladi [*Salvelinus namaycush*], doré jaune [*Sander vitreus*], éperlan arc-en-ciel [*Osmerus mordax*]) au cours des trois premières décennies. Dans les années 2000, le taux de diminution du mercure a ralenti, s'est stabilisé ou a même régressé pour certains sites et espèces surveillés (**figure 7**). Cependant, on note une tendance à la hausse des niveaux de mercure chez deux des principales espèces de poissons prédateurs supérieurs, le doré jaune et le touladi (GTD, 2015). Les concentrations de mercure dans ces poissons mesurées par Environnement et Changement climatique Canada entre 2008 et 2012 variaient de 233 ng/g en poids humide dans le lac Supérieur à 121 ng/g en poids humide dans le lac Érié (McGoldrick et Murphy, 2016). Les concentrations récemment observées et signalées dans le cadre du Great Lakes Fish Monitoring Program des États-Unis concordent, se situant généralement entre 110 et 250 ng/g dans tous les lacs, à l'exception du lac Supérieur, où des concentrations élevées allant jusqu'à 415 ng/g ont été constatées (Carlson et Swackhamer, 2006; US EPA, 2014a).

Il convient de souligner que plus de 97 % des concentrations de mercure récemment observées dans les filets de pêche sportive sont inférieures à la cible de 0,5 µg/g (500 ng/g) ayant été établie en vertu de l'Accord canado-américain sur la qualité de l'eau dans les Grands Lacs de 1987 (Bhavsar et coll. 2010, Zanaski et coll. 2011, US EPA 2014). S'il est évident qu'un grand nombre d'avis relatifs à la consommation sont toujours en vigueur par rapport aux concentrations de mercure, ceux-ci présentent généralement des restrictions allant de minimales (8 repas/mois) à modérées (4 repas/mois) (US EPA 2014a).

Les œufs de goélands argentés des Grands Lacs ont fait l'objet d'une surveillance des produits toxiques persistants (GTD, 2015). D'après une enquête sur les œufs menée en 2009 dans 15 sites de la région des Grands Lacs, les concentrations de mercure variaient de 0,0064 µg/g en poids humide à l'île Chantry, dans le lac Huron, à 0,246 µg/g en poids humide à l'île Middle, dans le lac Érié (GTD, 2015). Toutefois, les données indiquent une baisse dans 14 de ces 15 sites sur 35 ans (1974-2009) avec une variation de 22,6 à 85,8 %, un des emplacements sur le lac Érié affichant une augmentation de 10,5 % (GTD, 2015).

En se basant sur l'analyse des données de 1999 à 2009, Zanaski et coll. (2011) ont déterminé que les moyennes de concentrations totales de mercure dans le poisson des cinq lacs pendant cette période étaient significativement différentes les unes des autres, les concentrations les plus élevées se trouvant dans le lac Supérieur, puis dans les lacs Huron, Michigan, Ontario et Érié. L'évaluation des données du milieu des années 1970 à 2007 a montré que les concentrations de mercure ont généralement diminué durant ces trois décennies, mais qu'au cours des dernières années, elles se sont stabilisées dans les Grands Lacs, avec une légère augmentation dans le lac Érié (Bhavsar et coll. 2010, Commission mixte internationale, 2015). Une analyse plus récente des données combinées sur les Grands Lacs (à l'exception du lac Érié) a révélé une tendance significative à la baisse du mercure dans le touladi entre 2004 et 2015, avec une diminution annuelle de 4,1 % par année, ce qui correspond à la baisse des émissions atmosphériques régionales de mercure et des concentrations de mercure dans l'eau (Zhou et

coll. 2017). Leur analyse a détecté un point de rupture précédé d'une pente décroissante significative (-8,1 % par an) (2010), et aucune tendance après le point de rupture. L'examen des lacs individuels a démontré que les lacs Supérieur et Huron, qui sont dominés par les apports atmosphériques de mercure et aussi plus susceptibles que les lacs en amont de réagir au déclin des émissions des zones entourant les Grands Lacs, ont des tendances à la baisse importantes, avec des taux variant entre 5,2 et 7,8 % par année, de 2004 à 2015. Ce phénomène semble être dû à la diminution des émissions atmosphériques régionales de mercure, bien qu'il puisse être partiellement contrebalancé par d'autres facteurs, notamment l'augmentation des émissions locales, les transformations dans le réseau trophique, l'eutrophisation et les réactions au changement climatique mondial. Les lacs Michigan, Érié et Ontario ont peut-être été plus touchés par ces autres facteurs et leurs tendances ont oscillé, passant par une diminution à une stabilisation ou à une augmentation au cours des dernières années.

Depuis 1993, les taux de mercure dans le doré jaune du bassin ouest du lac Érié augmentent de 3,4 % par année (CÉÉGL, 2017). Des études récentes sur les concentrations de mercure dans le touladi du lac Supérieur ont démontré une diminution dans les poissons et autres biotes des Grands Lacs passant d'un taux d'environ 6 à 7 % par année depuis 2003 (Jeremiason, 2017). Bien qu'il n'existe actuellement aucun objectif binational lié au mercure dans le poisson, les concentrations observées sont généralement inférieures aux taux préoccupants pour la santé des espèces sauvages se nourrissant de poisson (500 ng/g en poids humide) établis dans l'AQEGL de 1987 (McGoldrick et Murphy, 2016). En Ontario, on constate une augmentation de mercure dans le poisson d'après l'analyse des données sur les tissus pour la période de 2000 à 2012, mais ces résultats concernent principalement les plans d'eau intérieurs du nord de l'Ontario et les lacs du bouclier du sud de l'Ontario (Ghandi et coll. 2015).

2.5 Résumé des hauts niveaux de risques

Une fois dans l'environnement, le mercure peut se transformer en sa forme organique hautement toxique et biodisponible, le méthylmercure. Le méthylmercure constitue un risque écologique pour les organismes benthiques (vivant dans les sédiments), les poissons, les oiseaux et les mammifères, car il se bioaccumule et se bioamplifie au fur et à mesure qu'il remonte dans la chaîne alimentaire. Ses effets néfastes sur la faune comprennent un développement anormal au cours des premiers stades de la vie, un ralentissement de la croissance, des défaillances endocriniennes et reproductives et la mort. Il est également prouvé que le méthylmercure peut présenter des effets neurotoxiques similaires chez certaines espèces sauvages et chez les humains (Basu et Head, 2010).

Le méthylmercure constitue un risque pour la santé humaine, car il s'agit d'une neurotoxine facilement absorbée et distribuée qui atteint le système nerveux central. La consommation de poisson et d'autres fruits de mer est la principale voie d'exposition humaine au méthylmercure. Les concentrations élevées sont à l'origine de certains avis relatifs à la consommation de poisson dans tous les Grands Lacs. Dans les eaux des Grands Lacs de l'Ontario, le mercure représente 25 % des avis pour le lac Supérieur, 21 % pour le lac Huron, 40 % pour le lac Sainte-Claire et la rivière Sainte-Claire, 11 % pour le lac Érié et 12 % pour le lac Ontario (**figure 8**) (Evers et coll., 2011). Les concentrations de mercure dans les tailles de poissons sélectionnées des Grands Lacs sont maintenant inférieures à 0,2 – 0,3 µg/g, ce qui permet d'émettre des avis de consommation qui vont de minimalement (8 repas par mois) à modérément restrictifs (4 repas par mois) (GTD, 2015). Les mises à jour de ces avis peuvent être consultées en ligne (Great Lakes Consortium for Fish Consumption Advisories 2018; MEACC 2018).

La toxicité induite par le mercure affecte les reins et le système nerveux central. À des niveaux d'exposition élevés, des effets respiratoires, cardiovasculaires et gastro-intestinaux apparaissent (ASTDR, 1999; ATSDR, 2013). Chez les femmes enceintes, le méthylmercure peut traverser le placenta

jusqu'au fœtus et s'accumuler dans le cerveau et d'autres tissus. Il peut être transmis par le lait maternel aux nourrissons et aux jeunes enfants qui sont particulièrement vulnérables, car leur système nerveux est encore en développement (ASTDR, 1999).

Les enquêtes sur une population exposée aux États-Unis ont estimé qu'environ 6 à 8 % des femmes en âge de procréer (16 à 49 ans) sont à risque en raison d'un taux élevé de méthylmercure dans leur alimentation (Mahaffey, 2005). Malgré les préoccupations relatives au mercure, il est encore recommandé de manger du poisson (surtout du poisson à faible teneur en mercure) dans le cadre d'un régime alimentaire équilibré, et l'allaitement maternel est toujours considéré comme le moyen le plus sain de nourrir un nouveau-né (US FDA 2014; Ginsberg 2016; Raymond et coll., 2017). « [Bien manger avec le Guide alimentaire canadien](#) » recommande de consommer au moins deux portions de 75 grammes de poisson par semaine et de privilégier des poissons à faible teneur en mercure et à forte teneur en acides gras bénéfiques, comme l'omble, le hareng, le maquereau, le saumon, les sardines et la truite.

3 Politiques, règlements et programmes existants en matière de gestion et de contrôle du mercure

En travaillant en partenariat, les États-Unis, le Canada, l'Union européenne et d'autres pays ont établi des stratégies pour réduire de façon significative le mercure dans les produits en contenant, ont sensibilisé le public aux effets néfastes sur la santé et l'environnement et ont proposé une législation pour améliorer la gestion de l'utilisation du mercure et des déchets.

3.1 États-Unis

3.1.1 Lois et règlements existants

Une multitude de règlements ont été établis aux échelons fédéral, étatiques et locaux pour limiter l'accessibilité, l'utilisation, les rejets, les émissions et le nombre total de sources de mercure aux États-Unis. En plus des mandats fédéraux, quelques États, tribus et administrations locales aux abords des Grands Lacs (p. ex. les installations publiques de traitement) ont adopté des règlements et des processus plus stricts pour limiter les rejets.

Les lois fédérales importantes qui autorisent la réglementation du mercure aux États-Unis comprennent la Mercury Export Ban Act of 2008 (MEBA), la Mercury-Containing and Rechargeable Battery Management Act, la Toxic Substances Control Act (TSCA), la Clean Air Act, la Clean Water Act, l'Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA), la Resource Conservation and Recovery Act (RCRA), la Safe Drinking Water Act et la Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (ou « Superfund »). En juillet 2017, les Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Dental Category sont également entrées en vigueur. Le **tableau 5** résume brièvement ces lois fédérales qui touchent le mercure; des renseignements supplémentaires peuvent être trouvés sur les sites Web fournis.

Avant 2016, la TSCA conférait à l'US EPA le pouvoir d'exiger des redditions de comptes, des tenues de livres et d'essais, ainsi que des restrictions relatives aux substances chimiques ou aux mélanges de substances chimiques. Le 22 juin 2016, la Frank R. Lautenberg Chemical Safety for the 21st Century Act (Pub. L. 114-182, 130 Stat. 448; Lautenberg Act), a modifié la TSCA. La mise à jour précisait qu'un financement cohérent devait être offert pour permettre à l'US EPA d'évaluer et d'appliquer les exigences en matière de risques chimiques et d'accroître la transparence et l'éducation du public. Trois autres objectifs de la Loi étaient spécifiques au mercure et à ses composés :

- **L'interdiction d'exporter du mercure élémentaire, qui avait été lancée dans le cadre de la MEBA, inclut maintenant les composés du mercure.** L'US EPA a publié un avis de cette interdiction réglementaire dans le Federal Register en août 2016; <https://www.regulations.gov/docket?D=EPA-HQ-OPPT-2016-0411>.
- **Les dispositions relatives au stockage à long terme du mercure élémentaire ont été modifiées.** La date limite pour l'ouverture d'une installation de stockage du mercure élémentaire par le département de l'Énergie des États-Unis a été prolongée jusqu'en 2020.
- **L'US EPA doit publier un inventaire de l'approvisionnement, de l'utilisation et du commerce du mercure aux États-Unis et mettre à jour cet inventaire tous les trois ans.** L'US EPA a publié son rapport d'inventaire initial dans le Federal Register en mars 2017; <https://www.regulations.gov/docket?D=EPA-HQ-OPPT-2016-0411>.
- **L'US EPA est tenue de publier une règle de déclaration afin d'aider à la préparation de l'inventaire du mercure.** Le règlement, qui doit être publié en juin 2018, exigera que les fabricants fassent rapport sur leur utilisation du mercure et des composés du mercure. <https://www.regulations.gov/document?D=EPA-HQOPPT-2017-0421-0001>.

Les États-Unis ont également fait des progrès dans les efforts de réglementation visant à réduire les émissions de mercure provenant des catégories de sources. En vertu de la Clean Air Act, l'EPA a établi une règle connue sous le nom de Mercury and Air Toxics Standards (MATS) qui comprend des normes de limitation des émissions basées sur la technologie fondée sur la Maximum Achievable Control Technology (MACT) pour le mercure et d'autres polluants atmosphériques toxiques émanant des centrales électriques. On estime que la MATS permet d'éviter qu'environ 90 % du mercure issu du charbon brûlé dans ces centrales ne soit émis dans l'air (EPA, 2017). L'US EPA a également fixé des normes MACT pour contrôler les émissions de mercure provenant d'autres secteurs industriels, y compris les incinérateurs de déchets municipaux, les incinérateurs de déchets médicaux, les usines de traitement du minerai aurifère, les installations de production de ciment Portland, les incinérateurs de boues d'épuration, les aciéries électriques, les fabriques de chlore et de soude caustique à cellules au mercure et les chaudières industrielles. Les sources nouvelles et existantes sont touchées. Puisque la principale source de mercure dans les lacs provient des dépôts atmosphériques qui sont directement déposés dans les lacs ou qui s'y déversent par ruissellement ou écoulement fluvial, ces mesures concernant les émissions de mercure aux États-Unis contribuent considérablement à réduire et à prévenir les charges dans ces plans d'eau.

3.1.2 Mesures de prévention de la pollution

L'US EPA est responsable de la mise en œuvre de la Pollution Prevention (P2) Act de 1990, qui consiste à réduire ou à éliminer les déchets à la source en modifiant les procédés de production, en encourageant l'utilisation de substances non toxiques ou moins toxiques, en mettant en place des techniques de conservation et en réemployant les matériaux plutôt que de les mettre dans le flux de déchets. Dans de nombreux cas, les États ont été des chefs de file dans l'interdiction du mercure, dans l'organisation des collectes et dans la collaboration avec les petites entreprises pour en améliorer la manipulation. Le **tableau 6** présente les résultats d'une enquête menée en 2011 par les différents organismes des États des Grands Lacs sur les activités liées au mercure. Chaque État possède d'autres programmes sur le mercure, en plus des règlements fédéraux, et un ou plusieurs programmes d'aide à la gestion des produits contenant du mercure. De plus, tous les États participent au National Vehicle Mercury Switch

Recovery Program et diffusent individuellement les avis de consommation de poisson à leurs citoyens (Quicksilver Caucus, 2012).

En vertu de la P2 Act, l'US EPA est chargée d'intégrer la politique P2 dans ses programmes environnementaux, qui incluent l'air, l'eau, les produits toxiques et les déchets dangereux, ainsi que de promouvoir les pratiques P2 et les approches de réduction à la source auprès d'autres organismes fédéraux. L'US EPA a établi le National Vehicle Mercury Switch Recovery Program, un accord de partenariat avec les trois grands constructeurs automobiles (Ford, GM et Chrysler), les parcs à ferraille et recyclage, les broyeurs de ferraille, les aciéries et les États, qui prévoit le retrait des interrupteurs au mercure des épaves automobiles avant qu'elles ne soient déchiquetées et vendues comme ferraille aux aciéries. Depuis 2006, le programme national a permis de récolter plus de 4,5 millions d'interrupteurs. Dans les États des Grands Lacs, près de 2,3 millions d'interrupteurs ont été récupérés, ce qui équivaut à 9 225 livres de mercure recueilli (US Ecology, 2017).

Le plan stratégique de prévention de la pollution de l'US EPA détermine comment le programme P2 pourrait contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation de matières dangereuses et l'emploi des ressources naturelles tout en travaillant vers une économie plus verte et plus durable. La stratégie du programme P2 aborde le problème des impacts environnementaux des produits électroniques, des procédés de fabrication jusqu'à la fin de vie utile (recyclage), tous des facteurs qui nécessitent l'utilisation d'énergie et qui peuvent entraîner d'importantes émissions de gaz à effet de serre et d'autres émissions, y compris le mercure provenant de la production d'énergie alimentée au charbon (US EPA, 2010).

3.1.3 Mesures de gestion des risques

Le Great Lakes Restoration Initiative (GLRI) est une initiative américaine lancée en 2010 afin de fournir des fonds pour accélérer les efforts de protection et de restauration de l'écosystème des Grands Lacs. Le GLRI est une agence fédérale qui coordonne les groupes de travail Great Lakes Interagency Task Force et Great Lakes Regional Working Group, sous la direction de l'US EPA. L'un des cinq principaux chantiers de la GLRI est celui des substances toxiques dans les secteurs préoccupants dont le mercure fait partie. Le travail accompli au cours des cinq premières années du GLRI est décrit dans le rapport au Congrès et au président (Great Lakes Interagency Task Force, 2015). Entre 2004 et 2015, environ 4 millions de verges cubes (3 millions de mètres cubes) de sédiments contaminés dans les secteurs préoccupants des États-Unis ont été assainis. Ces sédiments décontaminés contenaient du mercure et d'autres contaminants préoccupants (US EPA, 2016a). Grâce aux efforts d'assainissement déployés par le GLRI, trois secteurs ont été retirés de la liste des zones désignées comme étant les sites les plus contaminés des Grands Lacs.

3.1.4 Suivi, surveillance et autres efforts de recherche

La surveillance environnementale des Grands Lacs a été effectuée par l'entremise de plusieurs États participants américains et coordonnée avec les activités du programme canadien afin d'assurer la couverture de l'ensemble du bassin et de réduire au maximum un dédoublement des efforts. Depuis de nombreuses années, des entités locales, régionales, institutionnelles, tribales et fédérales mènent des études indépendantes et coopératives pour évaluer l'état des Grands Lacs. De plus, le GLNPO appuie les travaux sur les produits chimiques toxiques, y compris le mercure, avec d'autres partenaires par le biais de subventions, d'ententes interagences et de collaborations pour régler la question des produits chimiques liés à la santé humaine. Les programmes suivants sont mis en évidence pour l'acquisition de données sur le mercure aux États-Unis :

- Le Great Lakes Open Lakes Trend Monitoring Program a commencé en tant que composante du [Great Lakes Fish Monitoring and Surveillance Program](#). Le programme examine les tendances des contaminants dans les poissons des Grands Lacs depuis sa création à la fin des années 1970. Il existe 10 stations de surveillance permanentes dans le programme. Les échantillons de poissons sont prélevés dans cinq stations par année, une dans chaque Grand Lac. Le programme vise à recueillir 50 prédateurs supérieurs qui seront analysés sous forme de 10 échantillons composites de cinq poissons, limités à une fourchette de dimensions stricte, par station chaque année. Le mercure total est l'un des paramètres chimiques analysés dans les tissus des poissons.
- Le National Atmospheric Deposition Program/Atmospheric Mercury Network (AMNet) exploite 20 sites AMNet aux États-Unis, dont trois sont situés dans le bassin des Grands Lacs qui contrôlent les concentrations atmosphériques de fractions de mercure différencié, le mercure élémentaire gazeux, le mercure oxydé gazeux et le mercure lié aux particules. Ces données ont étayé les estimations des dépôts secs, les évaluations réglementaires des émissions, l'évaluation des modèles et les tendances à long terme (NADP, 2011).

Les comptes-rendus des résultats des programmes et des projets du GLNPO sont communiqués à l'aide de divers mécanismes, notamment par le State of the Lakes Reports, le LAMP et la documentation évaluée par les pairs. Les données de surveillance du mercure provenant de divers programmes sont recensées au moyen de trois bases de données principales : la Great Lakes Environmental Database (GLENDa), le Science in the Great Lakes (SiGL) Mapper et le Toxics Release Inventory (TRI) Program. Les réseaux de surveillance, programmes et dépôts de données suivants englobent la collecte d'informations sur le mercure dans la région des Grands Lacs :

- Une grande partie des données recueillies aux États-Unis se retrouve dans GLENDa qui recueille et stocke les données environnementales tenues à jour par le GLNPO. Les informations sur l'air, l'eau, le biote et les sédiments sont toutes compilées dans le système pour les utilisateurs de données sur les Grands Lacs (US EPA, 2016b).
- Le SiGL Mapper (<https://sigl.wim.usgs.gov/sigl/>) est une méta-base de données supplémentaire consultable élaborée par l'US Geological Survey (USGS) qui permet aux intervenants de coordonner les activités de surveillance et de restauration des Grands Lacs et d'établir une collaboration (US EPA, 2015b). Cette méta-base de données offre aux chercheurs l'occasion d'utiliser les informations historiques de toute la région pour déterminer des relations chimiques, biologiques et physiques complexes pouvant mener à des méthodes plus avancées dans l'identification de la pollution et les mesures d'assainissement.
- La base de données TRI constitue le registre Pollutant Release and Transfer Registry (PRTR) des États-Unis (US EPA, 2014b). Cette base de données fait le suivi des rejets, des éliminations et des transferts de mercure (et de ses composés) provenant de sources industrielles qui dépassent les seuils applicables. En vertu de l'EPCRA de 1986, toutes les installations de fabrication ou de transformation qui utilisent du mercure sont tenues de déclarer au TRI les quantités annuelles de produits chimiques dangereux ou toxiques employés, ainsi que les renseignements sur la prévention de la pollution et le recyclage. Accessible à la population, le TRI est tenu à jour par l'US EPA, et a pour but d'informer les citoyens et de contribuer à accroître les connaissances et l'accès du public à l'information sur les produits chimiques dans les installations individuelles, leurs utilisations et leurs rejets dans l'environnement. Les États et les communautés, en collaboration avec les établissements, peuvent utiliser cette information pour améliorer la

sécurité chimique et protéger la santé publique et l'environnement (US EPA, 2014; US EPA, 2015a).

3.1.5 Normes et lignes directrices américaines

Le **tableau 7** énumère les normes et recommandations de l'US EPA et de la Food and Drug Administration des États-Unis (US FDA) en vigueur pour le mercure dans le sang, les eaux environnementales, l'eau potable, l'eau souterraine et les poissons. Il n'y a aucune recommandation sur la qualité de l'air ambiant.

3.2 Canada

3.2.1 Lois et règlements en vigueur

En février 2017, le Canada a instauré des restrictions étendues sur les exportations de mercure. Le *Règlement sur l'exportation des substances figurant à la Liste des substances d'exportation contrôlée*, en vertu de la LCPE (1999), limite l'exportation de mélanges contenant du mercure élémentaire à une concentration de 95 % ou plus en poids, avec quelques exemptions, en adéquation avec la Convention de Minamata.

Le 11 février 2017, et conformément au paragraphe 54(4) de la LCPE (1999), le ministre de l'Environnement et des Changements climatiques a publié dans la partie 1 de la *Gazette du Canada* (ECCC, 2017b) un *Avis concernant le Code de pratiques concernant la gestion écologiquement responsable des lampes au mercure en fin de vie utile*. Le Code de pratique a pour but d'encourager les entreprises de collecte et de recyclage et les transporteurs à intégrer des pratiques exemplaires dans leur système de gestion des lampes au mercure en fin de vie utile afin d'éviter que du mercure ne soit déversé dans l'environnement. Puisque les régions nordiques et éloignées font souvent face à des défis uniques qui rendent difficiles la collecte et la gestion des lampes au mercure en fin de vie utile, le Code de pratique donne des renseignements supplémentaires sur les options de réacheminement et de gestion des produits en fin de vie utile qui peuvent être privilégiées pour faciliter la mise en œuvre des pratiques exemplaires.

Le *Règlement sur les produits contenant du mercure*, qui est entré en vigueur en 2015, interdit la fabrication et l'importation de produits contenant du mercure ou l'un de ses composés, avec quelques exemptions pour les produits essentiels qui n'ont pas de solutions de rechange techniquement ou économiquement viables (p. ex. certaines applications médicales et de recherche et les amalgames dentaires) (ECCC, 2014). Dans le cas des lampes, plutôt que d'introduire une interdiction, le Règlement limite la quantité de mercure contenue dans les lampes fluorescentes et autres types de lampes. L'objectif du Règlement est de réduire les rejets de mercure provenant des produits utilisés au Canada au niveau le plus bas techniquement et économiquement possible. En février 2018, le Canada a publié un document de consultation sur les modifications proposées au *Règlement sur les produits contenant du mercure* qui vise l'alignement complet du Canada sur les exigences relatives aux produits en vertu de la Convention de Minamata sur le mercure.

3.2.2 Mesures de prévention de la pollution

L'*Avis concernant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard des rejets de mercure provenant de résidus d'amalgames dentaires* a été publié en 2010 par le ministère de l'Environnement. Cet avis concerne les établissements dentaires qui n'ont pas mis en œuvre toutes les meilleures pratiques de gestion énoncées, et décrit les exigences relatives à l'élaboration et au

déploiement de plans de prévention de la pollution pour les rejets de mercure provenant des résidus d'amalgames dentaires.

L'Avis concernant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard des rejets de mercure provenant des interrupteurs au mercure dans les véhicules en fin de vie utile traités par les aciéries a été publié en 2007 à titre d'avis final en vertu de la partie 4 de la LCPE. Il vise les fabricants de véhicules et les aciéries, obligeant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard des rejets de mercure provenant des interrupteurs au mercure dans les véhicules en fin de vie utile traités par les aciéries, afin de réduire les rejets de mercure dans l'environnement (ECCC, 2007).

La *Loi relative à la stratégie nationale sur l'élimination sûre et écologique des lampes contenant du mercure* a été promulguée en juin 2017 et exige que le ministre de l'Environnement organise une stratégie nationale sur l'élimination sûre et écologique des lampes contenant du mercure. L'élaboration de la stratégie nationale est en cours, en collaboration avec les provinces, les territoires, les autres gouvernements et divers intervenants, et sera achevée d'ici juin 2019. La stratégie nationale peut comprendre : l'identification des pratiques d'élimination sûre et écologique de ces lampes; l'établissement de lignes directrices pour les installations où sont exercées des activités d'élimination sûre et écologique de ces lampes; l'élaboration d'un plan visant à sensibiliser le public à l'importance d'éliminer ces lampes de manière sûre et écologique.

3.2.3 Mesures de gestion des risques

La *Stratégie de gestion du risque lié aux produits contenant du mercure* fournit une description complète et consolidée des progrès réalisés à ce jour par le gouvernement du Canada dans la gestion des risques associés au mercure. Elle définit les objectifs, les priorités, les mesures existantes et prévues ciblant divers secteurs industriels et les programmes de surveillance en place pour contrer les risques continus associés au mercure (ECCC et Santé Canada, 2010). L'objectif ultime en matière d'environnement et de santé humaine pour le mercure au Canada est de réduire au maximum et, dans la mesure du possible, d'éliminer les émissions et les rejets anthropiques dans l'environnement, et de réduire au maximum l'exposition au mercure pour les Canadiens. L'objectif actuel de gestion des risques pour le mercure est de réduire au maximum les rejets de mercure de sources anthropiques dans l'environnement canadien, dans la mesure où cela est techniquement et économiquement faisable.

La *Stratégie de gestion du risque lié aux produits contenant du mercure*, publiée en 2006, a fourni un cadre pour l'élaboration de mesures de contrôle visant à gérer les produits contenant du mercure et les effets environnementaux du mercure utilisé dans les produits (ECCC, 2006). De nombreuses stratégies ont été proposées et plusieurs d'entre elles ont été intégrées par la suite dans le *Règlement sur les produits contenant du mercure*, notamment :

- Interdiction des produits contenant du mercure pour lesquels il existe des solutions de rechange sans mercure.
- Interdiction de l'utilisation du mercure dans les nouveaux produits qui ne sont pas encore offerts sur le marché canadien, avec des exemptions possibles.
- Limites de teneur en mercure dans les produits pour lesquels il n'existe pas de solutions de rechange sans mercure (à l'exclusion des articles nouveaux).
- Exigences en matière d'étiquetage pour les produits contenant du mercure.

L'assainissement des sédiments contaminés au mercure a été entrepris dans les secteurs préoccupants du [havre Peninsula](#) en 2012 et de la [rivière Sainte-Claire](#) de 2002 à 2004.

3.2.4 Suivi, surveillance et autres efforts de recherche

Des pratiques de surveillance et de mesure du mercure sont effectuées dans l'eau, les sédiments, l'air, les précipitations, la faune (incluant les poissons et les œufs de goélands argentés), ainsi qu'une biosurveillance humaine sur des sites partout au Canada, y compris dans le bassin des Grands Lacs. Les mesures sont recueillies par le ministère de l'Environnement dans le cadre de plusieurs initiatives différentes, dont le Plan national de gestion des produits chimiques (gouvernement du Canada, 2016). Chaque année, une évaluation approfondie des eaux de surface, des sédiments de surface et des carottes de sédiments est effectuée par rotation pour chacun des Grands Lacs canadiens. D'autres échantillons d'eau et de sédiments peuvent également être prélevés dans les voies interlacustres du lac évalué annuellement.

D'autres activités de recension sont menées dans le cadre des programmes régionaux de surveillance de l'air, des précipitations, des œufs de goélands argentés, des poissons, des sédiments et de l'eau. La liste qui suit met en évidence certains programmes visant à recueillir des données sur le mercure au Canada :

- Biosurveillance humaine. Au Canada, il n'existe actuellement aucun programme systématique de biosurveillance humaine propre aux Grands Lacs pour vérifier l'exposition humaine aux produits chimiques persistants. Par conséquent, les études nationales et les résultats d'études épidémiologiques individuelles entreprises dans les Grands Lacs sont utilisés pour évaluer les concentrations de mercure chez les humains dans le bassin des Grands Lacs. L'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS), lancée en 2007, est une enquête nationale menée par Statistique Canada, en partenariat avec Santé Canada et l'Agence de la santé publique du Canada, qui comprend l'analyse du sang, de l'urine et des cheveux recueillis auprès des participants à l'enquête pour une grande variété de produits chimiques environnementaux (Statistique Canada, 2016). L'ECMS a récemment examiné les concentrations sanguines moyennes de méthylmercure chez les Canadiens et l'Initiative de biosurveillance des Premières Nations (IBPN) a étudié la concentration de mercure inorganique dans le sang des populations des Premières Nations du Canada en 2011 (APN, 2013). Les échantillons ont été analysés pour le mercure total dans le sang et le mercure inorganique dans l'urine. Le coefficient de variation pour les échantillons de sang était trop élevé pour permettre la comparaison. Aucune comparaison n'a pu être faite entre les ensembles d'échantillons d'urine, car plus de 40 % des spécimens étaient inférieurs à la limite de détection. Cependant, les résultats des échantillons d'urine ont amené les auteurs à croire qu'il pourrait y avoir une plus grande exposition au mercure inorganique dans la population de l'IBPN que dans celle de l'ECMS, mais qu'une enquête plus poussée est nécessaire (APN, 2013; Statistique Canada, 2016).
- Le Programme de suivi et de surveillance des contaminants dans le poisson (PMSCP) a débuté en 1977, et met l'accent sur les opérations de suivi dans les eaux canadiennes des Grands Lacs dans le cadre de l'AQEGL. Les activités du programme canadien ont été coordonnées avec celles des États-Unis afin d'assurer une couverture du bassin entier et de réduire au maximum le chevauchement des efforts. Le programme cible les espèces prédatrices et longévives de poisson qui bioaccumulent les contaminants. Les poissons proies, les invertébrés benthiques et le plancton sont également échantillonnés. Le mercure est l'un des contaminants d'intérêt analysés dans les tissus dans le PMSCP.

- Depuis les années 1970, le ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario contrôle la présence de mercure dans une variété de poissons sport et de poissons proies en Ontario, au Canada, en partenariat avec le ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (MRNFO) et divers autres organismes ou instituts. Les résultats servent à produire le [Guide de consommation du poisson de l'Ontario](#) ainsi qu'à analyser les tendances.
- Mesures du mercure atmosphérique au Canada. Depuis 1994, un suivi et des recherches considérables sur le mercure dans l'atmosphère ont été effectués dans tout le Canada par l'entremise de réseaux permanents et de programmes de recherche indépendants. La plupart des activités ont commencé au début des années 1990 sous la forme de programmes de recherche indépendants visant à mesurer le mercure gazeux total (MGT). Conscients des avantages d'un regroupement, les chercheurs ont uni leurs forces pour créer le Réseau canadien de mesure du mercure atmosphérique (CAMNet) en 1994. Le CAMNet a été exploité par le ministère de l'Environnement de 1994 à 2007, comptant entre 7 et 15 sites à travers le Canada. Plus tard, certains de ces sites ont été transférés au Réseau canadien d'échantillonnage des précipitations et de l'air (RCEPA), qui les administre encore aujourd'hui, et à d'autres réseaux. Les autres sites actuellement exploités par le ministère font partie du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN) ou sont gérés dans le cadre des programmes d'Environnement et Changement climatique Canada. Depuis 2017, ces programmes individuels ont été consolidés et relèvent d'ECCC (surveillance du mercure atmosphérique ou ECCC-AMM). Il y a aujourd'hui 12 sites au Canada qui recueillent le MGT en continu. Depuis janvier 2017, ECCC-AMM contrôle le MGT sur 12 sites, le mercure particulaire total (MPT) (mercure différencié) sur 6 sites et les dépôts humides sur 5 sites. Il n'y a qu'une seule station de surveillance à long terme du mercure des Grands Lacs au Canada. Elle est située sur le site d'Egbert, au nord de Toronto, en Ontario.
- L'Évaluation scientifique sur le mercure au Canada (ESMC) a été la première évaluation scientifique complète et la première synthèse sur le mercure dans l'environnement canadien. Le programme scientifique sur le mercure du Programme de réglementation de la qualité de l'air (PRQA) a été élaboré en 2007 pour mieux comprendre l'état du mercure dans l'environnement canadien et son impact sur les écosystèmes et la population du Canada, et pour établir une base de connaissances scientifiques pour appuyer les décisions réglementaires sur le mercure. L'ESMC a découlé de ce programme. Le document final incluait les contributions de plus de 230 chercheurs. Cette évaluation scientifique sur le mercure au Canada a mené à l'identification de plusieurs lacunes prioritaires détaillées dans les connaissances et a produit des recommandations scientifiques pour les domaines d'intervention et la recherche future, y compris l'intégration des impacts du mercure sur la santé humaine, la faune et l'écosystème (ECCC, 2016a).

Les résultats de la surveillance du mercure et les données sur les rejets de divers programmes sont centralisés dans le gouvernement ouvert <https://open.canada.ca/fr>. Ce portail comprend les informations de la base de données nationale sur la chimie atmosphérique (NAtChem) et de l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP).

- [NAtChem](#) est une base d'archivage et d'analyse de données exploitée par la Direction générale des sciences et de la technologie d'ECCC. Le but de la base de données NAtChem est d'améliorer la recherche atmosphérique par l'archivage et l'analyse des données sur la chimie de l'air et des

précipitations en Amérique du Nord, y compris les résultats des recherches sur la nature chimique de l'atmosphère, les processus atmosphériques, les profils spatiaux et temporels, les relations source-récepteur et le transport des polluants atmosphériques sur de longues distances. La base de données NATChem contient des informations sur la chimie de l'air et des précipitations provenant de nombreux grands réseaux régionaux en Amérique du Nord, ainsi que d'importantes études spéciales à court terme. Les réseaux qui contribuent à NATChem doivent généralement fonctionner depuis une période d'au moins deux ans, avoir une large couverture géographique et comprendre des zones régionales représentatives (rurales et reculées). NATChem se compose de plusieurs bases de données plus petites, dont l'une contient des informations sur le mercure. Cette dernière inclut trois types de mesures du mercure dans l'atmosphère : le mercure dans les précipitations, le mercure gazeux total et le mercure dans les aérosols et les gaz (ECCC, 2017a).

- L'NPR, l'IETMP du Canada, a suivi le rejet, l'élimination et le transfert du mercure (et de ses composés) provenant de sources industrielles depuis la création du programme en 1993. De 1993 à 1999, les installations devaient d'aviser lorsque le mercure atteignait le seuil de déclaration émis par l'INRP (ce seuil était à l'origine fondé sur ceux utilisés par le TRI des États-Unis). Au cours de cette période, les installations devaient déclarer leurs rejets, éliminations et transferts annuels de mercure à l'INRP si elles répondaient plus précisément aux critères suivants :
 - L'installation comptait l'équivalent de 10 employés à temps plein ou plus.
 - Il y était fabriqué, préparé ou utilisé d'une autre manière (FPU) au moins 10 tonnes de mercure et de ses composés à une concentration d'au moins 1 % en poids.

Depuis 2000, le seuil de déclaration du mercure à l'INRP a été abaissé à 5 kg FPU à n'importe quelle concentration. Selon les données déclarées à l'INRP pour 2015, les installations canadiennes situées à proximité des Grands Lacs ont rejeté un total de 605 kg de mercure (et ses composés); la majorité aurait été des rejets dans l'atmosphère. De plus, 34 678 kg de mercure auraient été éliminés, et 6 450 kg transférés hors site pour être recyclés dans cette région. Aux abords des Grands Lacs, les plus importants rejets de mercure ont été signalés par les installations des secteurs suivants : les aciéries et la fabrication de ferro-alliages, la fabrication de ciment, le traitement des eaux usées, la fabrication de produits de gypse, la fusion et l'affinage de métaux non ferreux (sauf l'aluminium) et la production d'électricité à partir de combustibles fossiles (ECCC, 2016c).

3.2.5 Recommandations et normes canadiennes pour la qualité de l'environnement

Les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (RCQE) sur le mercure ont été élaborées par le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME), qui regroupe les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de l'environnement. Ce sont des recommandations scientifiques approuvées à l'échelle nationale pour la qualité des écosystèmes atmosphériques, aquatiques et terrestres. Les RCQE sont des balises préconisées pour l'obtention d'un risque négligeable pour le biote, leurs fonctions ou toute interaction faisant partie intégrante du maintien de la santé des écosystèmes. Le **tableau 7** présente les RCQE pour le mercure dans divers milieux.

Les standards pancanadiens (SP) proposent un cadre dans lequel les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de l'Environnement abordent des questions clés de protection de l'environnement et de réduction des risques pour la santé qui exigent des normes environnementales communes dans tout le

pays. Les SP sont élaborés dans le but d'atteindre des objectifs environnementaux unifiés à l'échelle nationale tout en permettant aux gouvernements participants de mettre en œuvre des plans complémentaires d'une manière qui convient à leur situation particulière. Les SP sont élaborés par le CCME. Ils sont fondés sur la science, mais tiennent également compte de la faisabilité technique et des facteurs socio-économiques. En général, les SP comportent une limite numérique et un échéancier qui fixe une date pour l'atteinte de cette limite. Les plans de mise en œuvre, le suivi des progrès et les rapports publics sont aussi des aspects importants du processus des SP. En ce qui concerne le mercure, les SP ont été élaborés pour les émissions provenant des fonderies de métaux communs, des incinérateurs de déchets, des centrales électriques alimentées au charbon, des lampes contenant du mercure et des résidus d'amalgames dentaires. Les plans de mise en œuvre de chaque administration sont affichés sur le site Web du CCME (<https://www.ccme.ca/fr/resources/air/mercury.html?>). Une brève description des SP relatifs aux émissions de mercure est présentée ci-dessous :

- *Fusion de métaux communs.* Dans le cas des fonderies de métaux communs, une norme en deux parties a été établie pour tenir compte des activités nouvelles et existantes (CCME, 2000). Les nouvelles installations et celles en expansion devraient être équipées de façon à respecter une ligne directrice de 0,2 g de mercure par tonne de zinc, de nickel ou de plomb fini, ou de 1 g de mercure par tonne de cuivre fini. En 2009, toutes les fonderies de métaux communs, sauf une, ont atteint l'objectif des SP de 2 g de mercure par tonne de métaux finis (CCME, 2010). La seule installation qui ne respectait pas cette norme n'était pas située dans le bassin des Grands Lacs et a été fermée en 2010.
- *Incinération des déchets.* En vertu des SP, des limites de concentration de mercure dans les gaz d'échappement ont été établies pour divers types d'incinérateurs de déchets. Les installations de plus grande taille (traitement de plus de 120 tonnes de déchets par année) doivent effectuer des essais annuels à la cheminée pour confirmer que la concentration cible est adéquate. Les petites installations doivent déployer des efforts significatifs, comme un examen continu des options de réacheminement des déchets ou des mises à niveau du contrôle des émissions, afin de réduire les émissions de mercure (CCME, 2000). Les SP relatifs aux incinérateurs de déchets dangereux devaient atteindre une concentration maximale de gaz d'échappement de 50 µg/Rm³ en 2003. En 2007, les six incinérateurs de déchets dangereux du Canada étaient conformes, y compris les cinq installations de l'Ontario (CCME, 2007).
- *Centrales électriques alimentées au charbon.* Le SP comporte deux séries d'objectifs : (1) des plafonds provinciaux sur les émissions de mercure provenant des centrales électriques au charbon existantes, les plafonds provinciaux de 2010 représentant un captage national de 60 % du mercure provenant de la combustion du charbon, ou 70 %, y compris la reconnaissance des mesures précoces; et (2) des taux de captage ou des limites d'émission pour les nouvelles centrales, fondés sur les meilleures technologies de contrôle disponibles, en vigueur à compter de 2006 (CCME, 2000). En 2014, le taux de captage du mercure provenant des centrales au charbon était de 67 %, dépassant ainsi l'objectif des SP (CCME, 2016). De 2003 à 2014, les émissions totales de mercure des centrales électriques au charbon ont diminué de plus de 75 % (CCME, 2016). En janvier 2017, le gouvernement du Canada a publié le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques et a fait part de son intention d'éliminer progressivement la production d'électricité à partir du charbon pour évoluer vers des sources plus propres d'ici 2030. Pour concrétiser cette intention, le *Règlement sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone – secteur de l'électricité thermique au charbon* (2012) et ses modifications annoncées (2016) devraient générer des avantages conjoints de réduction des rejets de métaux, y compris le mercure, à des degrés divers selon les mesures prises par les

installations (p. ex. fermeture, installation de technologies de captage et de stockage du carbone ou transition vers des combustibles à faibles émissions). En Ontario, la production d'électricité à partir du charbon a cessé en 2014, ce qui a entraîné un rejet nul de mercure dans la province et dans les Grands Lacs de la part des centrales au charbon situées localement (CCME, 2016).

- *Lampes contenant du mercure.* Les SP relatifs aux lampes contenant du mercure adoptent une approche de prévention de la pollution en demandant une réduction de la teneur moyenne en mercure des lampes vendues au Canada. Par rapport au niveau de référence de 1990, l'objectif numérique est une réduction de 70 % d'ici 2005 et une réduction totale de 80 % d'ici 2010 (CCME, 2001). En 2004, la teneur moyenne en mercure par lampe avait diminué de 73,5 % par rapport au niveau de référence de 1990, dépassant l'objectif des SP de 2005 (CCME, 2007). Les projets de recyclage financés par le ministère de l'Environnement de l'Ontario ont permis de recueillir et de recycler plus de 14 000 lampes en 2007, captant plus de 400 grammes de mercure en Ontario (CCME, 2007).
- *Déchets d'amalgame dentaire.* Le but des SP relatif aux résidus d'amalgames dentaires est de réduire les rejets nationaux de mercure provenant des résidus d'amalgames dentaires de 95 % d'ici 2005 par rapport au niveau de référence de 2000. Les SP actuels encouragent l'utilisation des meilleures pratiques de gestion, comme l'implantation de capteurs d'amalgame certifiés ISO pour atteindre la cible. Il en a découlé la signature d'un protocole d'entente entre ECCC et l'Association dentaire canadienne (le ministre canadien de l'Environnement et l'Association dentaire canadienne, 2002), qui met l'accent sur la réduction des rejets de mercure provenant des établissements dentaires. En 2007, 70 % des dentistes du Canada utilisaient des séparateurs d'amalgame certifiés ISO, ce qui a permis de réduire de 57 % la quantité de mercure atteignant les eaux usées des cabinets dentaires (CCME, 2007). En 2008, 100 % des dentistes de l'Ontario avaient installé des séparateurs d'amalgame pour le mercure résiduel (US EPA et Canada, 2009). Puisque l'objectif de 95 % établi dans les SP n'a pas été atteint en 2007, Environnement et changement climatique Canada a pris des mesures pour y remédier au moyen d'un plan de prévention de la pollution, par la publication en 2010 de l'*Avis de planification de prévention de la pollution à l'égard des rejets de mercure provenant des résidus d'amalgames dentaires*.

3.3 Mesures binationales

3.3.1 Stratégie binationale sur les produits toxiques dans les Grands Lacs

La [Great Lakes Binational Toxics Strategy](#) (GLBTS) était une initiative binationale de la P2 de 1997 à 2007 axée sur la quasi-élimination du mercure et des composés contenant du mercure, entre autres produits chimiques persistants, bioaccumulatifs et toxiques. La Stratégie décrivait un processus en quatre étapes pour combler les lacunes avérées dans les connaissances des Grands Lacs : (1) recueillir de l'information; (2) analyser les règlements, les initiatives et les programmes actuels qui gèrent ou contrôlent les substances; (3) déterminer les options rentables pour arriver à d'autres réductions; et (4) mettre en œuvre des mesures pour atteindre l'objectif de la quasi-élimination (US EPA et ECCC, 1997).

3.3.2 Plans d'action et d'aménagement panlacustre

D'autres mesures binationales de prévention de la pollution par le mercure ont été mises en œuvre dans le cadre des programmes LAMP pour chaque Grand Lac. Les LAMP sont des plans d'action qui contribuent à évaluer, restaurer, protéger et surveiller la santé de l'écosystème de chaque Grand Lac (US EPA, 2004; US EPA, 2016d). À titre d'exemple, le Lake Superior Zero Discharge Demonstration

Program (ZDDP) a été établi en 1991 par le Lake Superior Binational Program (LSBP) dans le but d'éliminer du lac Supérieur neuf polluants persistants, bioaccumulables et toxiques d'ici 2020, y compris le mercure ([Lake Superior Partnership, 2016](#)). Dans le cadre du ZDDP, un inventaire du mercure (équipement et déchets contenant du mercure) dans le bassin du lac Supérieur a été mis à jour environ tous les cinq ans depuis 2000. D'autres LAMP revoient actuellement leurs priorités en matière de surveillance, ce qui pourrait ultérieurement inclure les PCSPM.

3.3.3 Stratégie régionale de collaboration des Grands Lacs

La Great Lakes Regional Collaboration (GLRC) est le fruit d'un effort de coopération entre les gouverneurs et les premiers ministres des États et des provinces des Grands Lacs. Les membres de la GLRC comprennent le Great Lakes Interagency Task Force, le Council of Great Lakes Governors, l'Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint-Laurent, les tribus amérindiennes des Grands Lacs et le Great Lakes Congressional Task Force. Le GLRC a produit deux stratégies clés pour le mercure :

- *Stratégie de réduction progressive des produits contenant du mercure dans les Grands Lacs.* La Great Lakes Mercury in Products Phase Down Strategy (2008) a été élaborée en réponse à la Strategy to Restore and Protect the Great Lakes de la GLRC. Cette stratégie de réduction progressive a établi des échéanciers pour l'élimination complète des produits contenant du mercure d'ici 2015.
- *Stratégie de réduction des émissions de mercure dans les Grands Lacs.* La Great Lakes Mercury Emission Reduction Strategy (2010) a été élaborée en réponse à la Toxic Pollutants Initiative de la GLRC, qui demandait la mise en place d'une stratégie à l'échelle du bassin afin d'éliminer progressivement l'utilisation du mercure et d'assurer la gestion des déchets de mercure. La stratégie ne se voulait pas un résumé exhaustif des mesures visant à réduire les rejets de mercure dans les Grands Lacs; elle visait plutôt à diminuer les émissions atmosphériques de mercure provenant de sources nouvelles et existantes lorsqu'il n'y avait pas de réglementation, et celles issues de sources où des règlements ont été mis en œuvre, mais où il est possible d'obtenir des réductions supplémentaires rentables. La stratégie a été finalisée en décembre 2010 et a présenté 34 recommandations pour diminuer les émissions de mercure dans sept secteurs sources, ainsi que des stratégies et des actions transversales pour suivre l'état de leur mise en œuvre (GLRC, 2010). En 2014, environ 75 % des recommandations avaient été appliquées ou se poursuivaient dans les huit États des Grands Lacs (GLRC, 2014).

3.3.4 National Atmospheric Deposition Program/Mercury Deposition Network

Le Mercury Deposition Network (MDN) est un réseau de surveillance à long terme des dépôts humides de mercure du National Atmospheric Deposition Program (NADP). Le NADP est un programme de coopération entre le gouvernement fédéral, les États, les provinces, les établissements d'enseignement, les peuples autochtones et les organismes privés. Le MDN fournit un enregistrement à long terme de la concentration et des dépôts de mercure total dans les précipitations aux États-Unis et au Canada. Le MDN a commencé à mesurer le mercure total dans les précipitations en 1996. Il comprend maintenant plus de 100 sites. Tous ces sites suivent des procédures normalisées et possèdent des collecteurs et des jauges de chimie des précipitations standards afin de permettre une comparaison directe entre les sites d'échantillonnage. Bien que le mercure total dans les précipitations soit mesuré à tous les endroits, le méthylmercure fait l'objet d'une surveillance sur certains sites sélectionnés ([NADP, 2011](#)).

3.3.5 Initiative des sciences coopératives et de surveillance

L'une des orientations de l'AQEGL est la mise sur pied d'un groupe de travail d'initiative scientifique coopérative et de suivi par le biais de l'annexe 10. Cette équipe est chargée de déployer des efforts conjoints canado-américains pour offrir aux gestionnaires de l'environnement et des pêches l'information scientifique et de surveillance nécessaire pour prendre des décisions de gestion pour chaque Grand Lac. Un cycle quinquennal, au cours duquel les lacs sont visités une fois par an, est suivi d'une année intensive d'une équipe sur le terrain. En étudiant un Grand Lac par année, les activités scientifiques et de surveillance peuvent se concentrer sur les besoins en information qui ne sont pas comblés par les programmes réguliers des organismes, et des évaluations scientifiques approfondies peuvent être coordonnées. Les partenaires identifient les besoins scientifiques du lac dans son ensemble conformément au calendrier du groupe de travail qui met en œuvre ces recommandations, le cas échéant.

3.3.6 Rapport sur l'état des Grands Lacs

Entre 1994 et 2011, l'US EPA et ECCC ont coordonné les efforts de présentation de rapports dans le cadre de la State of the Lakes Ecosystem Conference (SOLEC) (ECCC et US EPA, 2011). La SOLEC a maintenant été remplacée par des webinaires scientifiques qui comportent un examen triennal et un rapport des gouvernements du Canada et des États-Unis (ECCC et US EPA, 2017). Ces rapports offrent aux décideurs et aux scientifiques l'occasion de recevoir de l'information complète et à jour sur l'état des Grands Lacs par le biais de trois éléments principaux :

- Des webinaires scientifiques interactifs organisés tous les trois ans et destinés aux intervenants des Grands Lacs afin d'examiner les évaluations et les rapports, et de fournir des renseignements supplémentaires ou des interprétations.
- Des rapports sur l'état des Grands Lacs comprenant une série d'indicateurs de l'état et des tendances des composantes de l'écosystème des Grands Lacs élaborés par les agences, les organismes et d'autres intervenants des Grands Lacs comme base des évaluations triennales.
- Un rapport technique complet sur l'état des Grands Lacs fondé sur les résultats des indicateurs.

3.4 Scène internationale

Les États-Unis et le Canada participent à des initiatives et à des partenariats établis au niveau international pour limiter la disponibilité, l'utilisation, le rejet et le nombre total de sources de mercure.

3.4.1 Commission économique des Nations Unies pour l'Europe, Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance

Le protocole d'Aarhus de 1998 sur les métaux lourds à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CPATLD) vise à réduire les émissions provenant de sources et produits industriels pour trois métaux nocifs : le mercure, le cadmium et le plomb. Des limites strictes ont été établies pour les émissions provenant de sources fixes, et les meilleures techniques existantes ont été suggérées. Le protocole proposait des mesures de gestion du mercure dans les piles, les composants électriques, les appareils de mesure, les lampes fluorescentes, les amalgames dentaires, les pesticides et la peinture (CEE, 2014; CEE-ONU, 2017). En 2012, le protocole a été modifié pour encourager sa ratification par les pays de la CEE dont l'économie est en transition.

3.4.2 Programme des Nations Unies pour l'environnement, Convention de Minamata sur le mercure

La Convention de Minamata sur le mercure (Convention de Minamata) compte actuellement 128 pays signataires et, en date du 1^{er} février 2018, a été ratifiée par 88 Parties (<http://mercuryconvention.org/>). Les États-Unis et le Canada sont tous deux Parties; les États-Unis ayant rejoint en 2013 et le Canada en 2017. La Convention est la première nouvelle convention mondiale relative à l'environnement et à la santé depuis près d'une décennie. La Convention de Minamata s'appuie sur le Protocole de 1998 sur les métaux lourds pour élever le profil du mercure à l'échelle mondiale (CEE-ONU, 2017). La Convention couvre l'intégralité du cycle de vie de la pollution au mercure résultant des activités humaines et comprend ce qui suit: l'interdiction de nouvelles mines de mercure, la suppression des mines existantes, l'interdiction de la majorité des produits contenant du mercure et des procédés au mercure, la réduction de l'exploitation artisanale et à petite échelle des mises d'or, ainsi que la réduction des émissions et des rejets.

La Convention est entrée en vigueur le 16 août 2017 et la première réunion de la Conférence des Parties (COP1) à la Convention de Minamata a eu lieu en septembre 2017 à Genève, en Suisse. Les Parties à la Convention se seront engagées à mettre en œuvre des mesures spécifiques pour lutter contre la pollution par le mercure:

- Contrôler et, dans la mesure du possible, réduire les émissions atmosphériques de mercure provenant des centrales au charbon, des chaudières industrielles au charbon, de certaines opérations de fonte et de grillage des métaux non ferreux (plomb, zinc, cuivre et or industriel), incinération des déchets et production de clinker, y compris l'utilisation des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales à l'égard des nouvelles sources et des sources considérablement modifiées.
- Éliminer le mercure dans la majorité des produits (batteries, interrupteurs, lampes, produits cosmétiques, pesticides et appareils de mesure) et mettre en place des initiatives appropriées pour réduire l'utilisation du mercure dans les amalgames dentaires.
- Éliminer progressivement ou réduire l'utilisation du mercure dans les procédés de fabrication, tels que la production de soude caustique, la production de chloréthylène et la production d'acétaldéhyde.
- Aborder l'approvisionnement et le commerce du mercure, son entreposage temporaire et son élimination finale, et élaborer des stratégies pour les sites contaminés.

La Convention de Minamata permettra l'échange d'informations et d'assistance, la sensibilisation du public, la recherche et le suivi. Les Parties à la Convention seront tenues de faire rapport sur les mesures prises pour appliquer certaines dispositions. La Convention sera périodiquement évaluée pour évaluer son efficacité à atteindre son objectif de protection de la santé humaine et de l'environnement contre la pollution par le mercure (UN Environment, 2017a).

3.4.3 Partenariat mondial du PNUE sur le mercure

En février 2005, le Conseil d'administration du PNUE a mis en place le Partenariat mondial sur le mercure. Il s'agit d'un partenariat volontaire multi-parties prenantes visant à réduire l'utilisation et les émissions de mercure à l'échelle mondiale pour protéger la santé humaine et l'environnement des rejets de mercure et de ses composés. Les États-Unis ont joué un rôle de catalyseur dans la création du partenariat. L'US EPA est responsable des secteurs de partenariat relatifs au chlore et soude caustique et aux produits, et co-préside le groupe consultatif du partenariat. Ce groupe fournit des conseils et des

orientations au Partenariat mondial sur le mercure dans le but d'encourager le travail des secteurs de partenariat.

Le Partenariat est séparé en sept secteurs avec les dirigeants et codirigeants suivants :

- Émissions de mercure provenant du charbon – International Energy Agency Clean Coal Center
- Transport atmosphérique du mercure et recherche – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) Institute for Atmospheric Pollution, Italy and Biodiversity Research Institute (BRI)
- Gestion des déchets du mercure – Gouvernement du Japon
- Production de chlore et de soude caustique – Gouvernement des États-Unis (US EPA), Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI)
- Exploitation artisanale et à petite échelle des mises d'or – Natural Resources Defense Council (NRDC), Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI)
- Approvisionnement et entreposage du mercure – Gouvernement espagnol, Gouvernement uruguayen
- Produits contenant du mercure – Gouvernement des États-Unis (US EPA).

Le Canada est membre de la Mercury Air Transport and Fate Research de même que des partenariats Mercury Emissions from Coal.

3.4.4 Plan d'action de surveillance des contaminants dans l'Arctique et Programme d'évaluation sous l'égide du Conseil de l'Arctique

Le Plan d'action de surveillance des contaminants dans l'Arctique (PASCA) et le Programme d'évaluation sous l'égide du Conseil de l'Arctique (PEECA) sont des entités du Conseil de l'Arctique; un forum intergouvernemental dont les membres comprennent le Canada, la Russie, la Norvège, le Danemark, l'Islande, les États-Unis, la Suède et la Finlande. L'US EPA copréside le groupe de pilotage du projet sur le mercure dans le cadre de l'ACAP. En 2011, ce groupe a publié une liste de neuf recommandations pour la réduction du mercure dans l'arctique (AMAP, 2011).

3.4.5 Commissions de coopération environnementale

La Commission de coopération environnementale (CCE) est une entente de nature coopérative qu'ont conclue les trois pays de l'Amérique du Nord, soit le Canada, le Mexique et les États-Unis. La CCE est chargée de faciliter la collaboration et la participation du public aux activités de conservation, de protection et d'amélioration de l'environnement nord-américain, particulièrement dans un contexte de resserrement des liens économiques, commerciaux et sociaux entre les trois pays. La CCE juge que le mercure est persistant, bioaccumulable et toxique. De ce fait, le Conseil de la CCE a préparé un plan d'action régional nord-américain (PARNA) ayant pour but de déterminer le niveau de contamination à la fois dans l'environnement et chez les humains, de suivre l'évolution des tendances, et de soutenir les besoins en matière de suivi du mercure (CEC, 2015).

4 Analyse des lacunes

4.1 Lacunes et mesures à prendre

Les plus importantes contributions en termes d'apports de mercure dans le bassin des Grands Lacs, ce sont par les installations de production d'électricité situées aux États-Unis, ainsi que le transport de longue distance. Pour chaque cas, il est d'une importante capitale de surveiller la qualité de l'air afin

d'évaluer les analyses des tendances, l'attribution des sources et la modélisation prédictive. Une certaine surveillance est faite depuis les années 1960 sur la présence de mercure dans la faune, les poissons, les sédiments, l'eau, les précipitations et l'air entourant les Grands Lacs. Cependant, il existe certaines lacunes en termes de surveillance uniforme à long terme dans les secteurs du bassin des Grands Lacs. Les données recueillies par le gouvernement fédéral, les états, les provinces, les peuples tribaux/Premières Nations/Métis, ainsi que d'autres agences ou programmes gouvernementaux doivent être cohérentes et de qualité uniforme.

Il y a un manque général de connaissances sur la manière dont le changement climatique peut avoir un impact sur le cycle du mercure. Le climat peut avoir un impact sur les caractéristiques physiques et les fonctions de l'écosystème, et ceci peut avoir un impact sur l'ensemble des processus du cycle biogéochimique du mercure (ECCC, 2016b). L'une des préoccupations reste le taux de formation de méthylmercure dans l'environnement et son risque écologique correspondant. Parmi les autres sujets précédemment identifiés comme des lacunes dans les connaissances actuelles du cycle du mercure, il est possible d'inclure les préoccupations suivantes (ECCC, 2016b) :

- Informations limitées concernant les procédés entraînant les émissions de mercure provenant de plusieurs surfaces et plans d'eau
- Manque d'identification chimique des différentes espèces de mercure atmosphérique et la quantification de leur dépôt sur des surfaces
- Manque de connaissances de l'impact de l'acidité, de la température et de la matière organique sur la production de méthylmercure et la bioaccumulation dans les systèmes aquatiques d'eau douce
- Renseignements insuffisants sur les niveaux et la production de méthylmercure dans l'environnement des eaux douces.
- Manque de connaissances des facteurs favorisant le méthylmercure dans les réseaux alimentaires des Grands Lacs, ainsi que les impacts potentiels des espèces envahissantes
- Manque d'information sur le devenir et le transport du mercure dans les écosystèmes terrestres.

Des lacunes sont également présentes dans la capacité des modèles à prédire de manière précise le lien entre les émissions de mercure et les concentrations de poisson, principalement à cause de la complexité intrinsèque de la chimie atmosphérique du mercure et des procédés et voies de transport de la méthylation du mercure. Des données supplémentaires sur les émissions et la surveillance des systèmes biotiques et abiotiques sont nécessaires afin d'améliorer l'utilité des modèles et prédire de manière plus efficace les populations de poissons dans des secteurs spécifiques qui sont à risque à cause d'une exposition au mercure (ECCC, 2016b). De tels modèles seraient utiles pour fournir une évaluation compréhensive sur la manière dont les programmes réglementaires existants fonctionnent pour réduire les impacts du mercure sur les Grands Lacs; une autre lacune à prendre en compte. Le développement d'outils novateurs, comme les rapports isotopiques sur le mercure, pourrait aider l'approche utilisant le poids de la preuve en rapport avec l'évaluation des sources dans les Grands Lacs.

Aux États-Unis, une surveillance est nécessaire pour évaluer les effets du Mercury Export Ban Act de 2008 (MEBA). Le MEBA a été mis en place pour réduire la disponibilité de mercure élémentaire dans les marchés locaux et mondiaux. Le MEBA a modifié le TSCA afin d'interdire l'exportation de mercure des États-Unis, à compter du 1^{er} janvier 2013. En réduisant l'approvisionnement de mercure élémentaire dans le commerce, le MEBA a pour objectif de réduire l'utilisation de mercure dans l'extraction artisanale et à d'autres fins commerciales à travers le monde. Cependant, certains se préoccupent que l'augmentation des prix du mercure recyclé pourrait entraîner une extraction du mercure primaire (Bender and Narvaez, 2016). L'extraction de mercure primaire produit des rejets très importants de mercure dans l'environnement et constitue une méthode moins respectueuse de l'environnement pour répondre à la demande mondiale de mercure. Par conséquent, une évaluation minutieuse et une attention particulière devraient être accordées à l'impact global des interdictions d'exportation.

Un certain nombre d'études ont examiné et comparé les bienfaits relatifs pour la santé que procure la consommation de poisson par rapport aux risques d'exposition au mercure (Ginsberg et Toal 2009, US FDA 2014, Ginsberg 2016, Raymond et al., 2017). Cependant, il est nécessaire de continuer à évaluer l'équilibre entre les bienfaits nutritionnels de la consommation de poisson et le risque d'exposition au méthylmercure à mesure que de nouveaux renseignements deviendront accessibles, d'autant plus que le lien entre l'exposition au méthylmercure et d'autres maladies/conditions n'est pas tout à fait clair ou compris.

4.2 Dépassement ou non-conformité avec les lignes directrices visant la qualité de l'environnement

Bien qu'il existe de nombreuses lignes directrices sur la qualité de l'environnement en rapport avec le mercure au Canada et aux États-Unis, tous les types d'échantillons ne sont pas régulièrement enregistrés. D'après les renseignements disponibles, les eaux du large des Grands Lacs sont en deçà des RCQE concernant l'eau et la protection de la vie aquatique. Cela étant dit, les concentrations de sédiments dans certains lacs (lacs Érié et Ontario) dépassaient régulièrement les RQEP des sédiments (**Tableau 7**) (ITT, 2015).

La concentration de mercure total dans les touladis entiers provenant des Grands Lacs s'est révélée inférieure aux niveaux préoccupants, établis dans l'AQEGL de 1987, pour la santé des animaux sauvages consommant des poissons. Cependant, les concentrations de mercure dans le poisson restent suffisamment importantes pour déclencher des avis de consommation de poisson dans les cinq Grands Lacs (). Les analyses à long terme de mercure dans les dorés jaunes et les achigans à grande bouche des Grands Lacs indiquent des concentrations décroissantes, mais les concentrations de mercure dans les dorés jaunes dépassent toujours les critères américains de l'EPA pour la protection de la santé humaine (0,3 µg / g poids humide) et les restrictions canadiennes en termes de pêche sportive et de consommation par des populations sensibles (0,026 µg / g poids humide) (Evers et al., 2011, Monson et al., 2011, OMOECC, 2013, ITT, 2015).

5 Options d'atténuation et de gestion des risques pour combler les lacunes

Les mesures proposées dans le présent document constituent des options d'atténuation et de gestion des risques, nouvelles ou déjà mises en place, qui combleront les lacunes soulignées. Ces mesures peuvent se traduire par des gains mesurables (qualitativement ou quantitativement) sur le plan de la santé humaine et/ou de l'environnement, ou par une meilleure compréhension des sources et du devenir du mercure et de leurs effets sur la santé humaine et l'environnement.

5.1 Règlementation et autres mesures d'atténuation et de gestion des risques

Conformément aux modifications apportées récemment à la TSCA par la Lautenberg Act, l'US EPA est tenue d'établir un inventaire du mercure concernant son approvisionnement, utilisation et commerce aux États-Unis, et exige que toute personne fabriquant du mercure ou des produits contenant du mercure ou utilise intentionnellement le mercure dans un processus de fabrication fasse un compte rendu. Cette information pourrait être utilisée pour mettre à jour périodiquement l'inventaire du mercure, identifier les procédés ou produits de fabrication utilisant du mercure et recommander des mesures pour réduire son utilisation.

La Lautenberg Act a également augmenté l'interdiction d'exporter du mercure élémentaire, en vertu du MEBA, afin d'inclure certains composés de mercure énumérés dans le TSCA. Cependant, l'efficacité de ces programmes de réglementation doit encore être évaluée de manière appropriée et selon une perspective mondiale. Une telle évaluation des programmes de réglementation existants pourrait mener à des efficacités accrues et à une diminution mondiale des émissions de mercure.

En 2017, le Canada a ajouté le mercure à la Liste des substances d'exportation contrôlée et a modifié le Règlement sur l'exportation des substances de la liste des substances d'exportation contrôlée, en vertu de la LCPE. Ces modifications obligent les exportateurs de mercure et de produits contenant du mercure à aviser le ministre avant l'exportation et à établir des fins limitées pour lesquelles l'exportation peut avoir lieu (ECCC 2018). Des restrictions mondiales s'appliquent aux exportations de mercure élémentaire à des concentrations de 95 % ou plus en poids. Jusqu'à récemment, les exportations de mercure n'étaient ni contrôlées ni interdites, sauf comme déchets dangereux ou matières recyclables dangereuses réglementées, en vertu du *Règlement sur l'exportation et l'importation de déchets dangereux et de matières recyclables dangereuses*.

En 2010, la Collaboration régionale pour les Grands Lacs (CRGL), un groupe de travail binational, a produit une stratégie de réduction des émissions de mercure dans les Grands Lacs (CRGL, 2010). Cette stratégie comprend plus de 34 mesures volontaires et réglementaires recommandées afin de mieux contrôler la pollution du mercure, y compris ce qui suit :

- *Exiger la meilleure technologie de contrôle disponible pour les sources nouvelles et modifiées.* La stratégie CRGL recommande que tous les États exigent la meilleure technologie de contrôle disponible pour les sources nouvelles et modifiées s'ils émettent annuellement 10 livres de mercure (ou moins, à la discrétion de l'État).

Réglementation et autres mesures d'atténuation et de gestion des risques

- Évaluer l'efficacité des programmes de réglementation existants pour assurer une efficacité maximale et des répercussions positives globales à l'échelle mondiale (Canada)
- Évaluer l'efficacité des programmes de réglementation des émissions existants visant à contrer la pollution par le mercure (É.-U.)
- Réviser et mettre à jour les actions en fonction des connaissances scientifiques actuelles et du contexte régional (Canada et États-Unis)
- Identifier les procédés de fabrication ou les produits qui ajoutent intentionnellement du mercure (É.-U.)
- Continuer à réduire les émissions de mercure provenant de la production d'électricité au charbon (Canada)
- Continuer à mettre en œuvre des réglementations nationales ainsi que d'autres activités de gestion des risques concernant le mercure (Canada et États-Unis)
- Élaborer la Loi relative à la stratégie nationale sur l'élimination sûre et écologique des lampes contenant du mercure (Canada)
- Poursuivre avec l'assainissement des sites et des sédiments contaminés au mercure (Canada et États-Unis)
- Modifier le Règlement sur les produits contenant du mercure afin de réduire davantage le mercure dans les produits (Canada)

5.2 Promotion de la conformité et application de la loi

Bien que de nombreux règlements soient en vigueur pour les émissions de mercure, ils doivent être communiqués efficacement aux entités appropriées pour une conformité totale. Ces règlements ont été abordés en détail dans la section 3.

Sur la scène internationale, les États-Unis et le Canada ont tous deux signé la Convention de Minamata. Par conséquent, ces deux pays devraient continuer à soutenir les initiatives internationales visant à réduire les émissions de mercure et à prévenir les rejets de mercure dans l'environnement. La mise en œuvre de la Convention de Minamata est essentielle et les orientations adoptées à la COP1 contribueront à la prochaine phase de la mise en œuvre mondiale.

Résumé des options stratégiques relatives à la promotion de la conformité et à l'application de la loi

- Promouvoir la conformité avec activités et initiatives nationales et internationales sur le mercure (Canada et États-Unis)
- Poursuivre la mise en œuvre des obligations respectives de la Convention de Minamata sur le mercure (Canada et États-Unis)

5.3 Prévention de la pollution

Des documents conviviaux sont nécessaires pour éduquer et faire participer le public afin de réduire l'exposition potentielle ou le rejet de mercure. De tels documents ciblant spécifiquement le public peuvent être des outils utiles pour prévenir la pollution de mercure dans des eaux résiduelles solides, tout en sensibilisant le public concernant les sources de mercure potentiellement dangereuses. La sensibilisation et l'éducation sont également nécessaires pour s'assurer que les populations touchées connaissent et comprennent les avis de consommation de poisson existants. Les éléments clés de la sensibilisation et de l'éducation comprennent la connaissance de l'endroit où obtenir l'information la plus pertinente et comment appliquer de tels avis aux personnes (les jeunes enfants, les femmes enceintes).

Les bases de données TRI de l'US EPA peut être utilisée pour suivre les progrès dans le but de réduire la production de déchets. La base de données TRI doit être conservée et mise à profit afin d'optimiser les activités de P2 menées par les industries dans la région des Grands Lacs. Il peut être avantageux de souligner les réussites associées à la prévention de la pollution dans le bassin des Grands Lacs afin de favoriser une sensibilisation accrue, coordonner des efforts de P2 dans des secteurs similaires à travers le bassin, tout en réduire la présence de mercure dans l'environnement. Les réussites en matière de réduction des déchets peuvent être mentionnées dans des revues, des sites Web et / ou des conférences propres à une région.

La base de données de l'INRP du Canada suit les émissions de mercure. Les industries sont en mesure de voir la baisse de leurs émissions et rejets au fil du temps durant la mise en œuvre des activités de P2.

Résumé des options stratégiques liées aux mesures de prévention de la pollution

- Améliorer la sensibilisation du public et éduquer le public et le personnel des installations sur les sources potentielles de mercure et les mesures à prendre pour manipuler les produits contenant du mercure (Canada et États-Unis)
- Améliorer la sensibilisation du public et éduquer le public sur la façon d'obtenir et de mettre en œuvre des avis de consommation de poisson selon l'emplacement géographique (Canada et États-Unis)
- Encourager les industries à assurer un suivi de leurs activités et efforts de P2 en consignnant ceux-ci dans la base de données du TRI ou par des activités de promotion de P2 (fiches d'information et études de cas) (États-Unis).
- Souligner les réussites de la prévention de la pollution (Canada et États-Unis)
- Mettre en place les meilleures techniques et pratiques environnementales disponibles pour les sources nouvelles et considérablement modifiées (Canada et États-Unis)

5.4 Suivi, surveillance et autres efforts de recherche

Depuis les années 1970, plusieurs activités de suivi, surveillance et d'assainissement ont été menées. Cependant, en raison de la complexité du mercure et des interactions du méthylmercure dans l'environnement, il y a un réel manque de compréhension des interactions générales sur le long terme. Au niveau national, le Canada et les États-Unis doivent continuer à évaluer et, le cas échéant, assainir les

sites contaminés par le mercure et les sources historiques en rapport avec les sédiments, et évaluation d'efficacité des activités d'assainissement.

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour améliorer les lacunes en matière de connaissances concernant les dynamiques de méthylation et les impacts différentiels du mercure dans les eaux côtières par rapport aux eaux profondes. Des données de surveillance, plus particulièrement concernant l'air, sont nécessaires pour intégrer les modèles appropriés afin de suivre le transport atmosphérique à longue distance, le taux de formation de méthylmercure dans l'environnement et les conséquences des changements climatiques pour le cycle du mercure. Ces données permettront également d'évaluer l'efficacité de la mise en œuvre des réglementations. Le taux de formation de méthylmercure correspond aux risques écologiques associés avec la consommation humaine des populations de poissons présentes dans les Grands Lacs. Il est donc essentiel de bien comprendre.

Il est indispensable de mettre en place des moyens utiles et rentables de recueillir les concentrations de mercure à diverses sources dans le cadre d'un réseau global de surveillance du mercure (MercNet). La mise en œuvre d'un échantillonneur passif capable de surveiller les concentrations totales de mercure dans l'air et le développement d'échantillonneurs passifs pour surveiller les composés des espèces chimiques de mercure pourraient être utilisés conjointement avec un échantillonnage actif pour mieux comprendre la distribution spatiale et le comportement du mercure dans les Grands Lacs et l'ensemble de la région (Huang et al., 2014, McLagan et al., 2016). Le suivi des sources pour les zones de contamination localisée au mercure pourrait s'avérer nécessaire à l'avenir. Des efforts, tels que Project Trackdown qui utilise une approche fondée sur le poids de la preuve multimédia pour la traçabilité des sources de BPC dans les Grands Lacs, pourraient servir de modèle pour les futures études sur le mercure (Benoit et al., 2016).

Des rapports sur l'état actuel de la contamination de mercure et ses risques sur l'environnement et la santé humaine ont été publiés dans des articles examinés par des pairs, sites Web et réseaux sociaux. Chaque rapport est conçu pour cibler un public spécifique afin d'optimiser la sensibilisation des résultats. Tout résultat futur en termes d'efforts de surveillance doit continuer à être publié sous plusieurs formats afin de communiquer efficacement les changements observés dans la région des Grands Lacs.

Bien que le succès final de la stratégie dépende des efforts de la communauté des Grands Lacs, il est recommandé que la stratégie et les progrès de sa mise en œuvre soient régulièrement examinés et rapportés dans le Rapport d'avancement des Parties.

Résumé des options stratégiques relatives aux interventions de suivi et de surveillance et à d'autres travaux de recherche

- Continuer d'assurer le suivi du mercure par la biosurveillance et dans les milieux environnementaux des Grands Lacs (air, précipitations, sédiments, poissons et autres espèces sauvages) et de publier les résultats dans diverses publications (p. ex. portails en ligne, rapports gouvernementaux et revues scientifiques) afin de maximiser la taille de l'auditoire (Canada et États-Unis)
- Continuer les efforts pour mettre à jour et maintenir les inventaires des émissions de mercure afin que les émissions régionales et mondiales puissent être compilées (Canada et États-Unis)
- Effectuer d'autres recherches sur la dynamique de méthylation et les répercussions différentes du mercure dans les milieux côtiers par rapport aux milieux extracôtiers (É.-U.)
- Améliorer les modèles existants pour suivre le transport atmosphérique à grande distance, le taux de formation de méthylmercure dans l'environnement et le risque écologique correspondant (Canada et États-Unis)
- Mettre au point des outils économiques fiables et efficaces (p. ex., échantillonneurs passifs) pour la collecte de données sur la surveillance en milieux multiples à long terme en rapport avec le mercure (Canada et États-Unis)
- Élaborer et intégrer un système de données structuré pour suivre les sources, les découvertes, les déchets et les produits contenant du mercure (Canada et États-Unis)

5.5 Qualité de l'eau domestique

L'eau domestique englobe toute l'eau utilisée à l'intérieur ou à l'extérieur à des fins ménagères. Il faut passer en revue les normes existantes pour s'assurer qu'elles sont fondées sur les dernières données scientifiques, si l'on veut aider les États et l'Ontario (et les autres provinces et territoires canadiens) à déterminer les secteurs où les normes sont dépassées. Une conformité appropriée des directives en matière de qualité de l'eau ambiante pour les deux pays permettra de mieux protéger l'eau potable, surtout quand les critères ambiants sont bien en-dessous des normes sur l'eau potable.

Résumé des options stratégiques relatives à la qualité de l'eau domestique

- Examiner et mettre à jour les normes existantes sur la qualité de l'eau domestique, au besoin (Canada et États-Unis)

6 Conclusions

En vertu de l'Annexe 3 de l'AQEG, le mercure a été identifié comme un PCSPM ayant son origine dans des sources anthropogénique. Les impacts documentés sur l'exposition de mercure dans le poisson et la faune dans la région des Grands Lacs sont importants (Evers et al., 2011). Des niveaux élevés de mercure ont été détectés dans le biote des Grands Lacs (oiseaux, poissons, mammifères), à tous les niveaux de la chaîne alimentaire (planctons, poissons, huards), ainsi qu'à travers plusieurs types d'habitats (lacs,

forêts, ruisseaux) dans toute la région. Une grande partie de la pollution ponctuelle au mercure a été contrôlée, permettant une récupération partielle des Grands Lacs, comme en témoignent les faibles concentrations de mercure dans les sédiments lacustres des Grands Lacs inférieurs (Lac Ontario) et les diminutions du mercure dans les poissons depuis les années de pointe de la pollution.

Depuis les années 1980, d'importants efforts régionaux, nationaux (États-Unis et Canada) et internationaux ont été faits pour réduire les émissions de mercure dans l'environnement. Les efforts binationaux ont eu d'importants impacts pour réglementer les émissions industrielles de mercure et pour nettoyer les sites historiques contaminés par le mercure (US EPA, 2016). Cependant, le mercure est toujours présent et à des concentrations élevées dans les sols, les sédiments, l'eau, l'air, les tissus du biote et les déchets à travers le bassin des Grands Lacs, et ce à tel point que des avis sur la consommation de poisson sont en vigueur dans les cinq Grands Lacs en raison de ces concentrations élevées de mercure (**tableau 7**). Bien qu'il existe certains secteurs émetteurs, ceci est principalement attribuable aux accumulations des émissions et rejets historiques aux États-Unis et au Canada ainsi qu'au transport atmosphérique à grande distance.

Sous l'AQEGL, l'ECCC et l'US EPA ont un objectif commun dans l'élimination des émissions de mercure provenant d'activités humaines dans la région des Grands Lacs. Cet objectif peut être atteint grâce à une variété de programme et d'actions mettant l'accent sur la prévention de la pollution. Une coopération binationale est nécessaire pour coordonner les efforts de suivi et de surveillance, optimiser les initiatives de recherche et de surveiller et suivre de façon efficace les concentrations de mercure dans plus endroits (déchets, sol, eau, air, tissus, etc.). Un large public d'intervenants des Grands Lacs s'est engagé à protéger et à restaurer l'écosystème des Grands Lacs et à mettre en œuvre les options d'atténuation et de gestion des risques décrites dans ce document. Des progrès continus dans la recherche, dans le but de trouver de nouvelles façons d'atténuer et de gérer les risques liés au mercure, permettront d'améliorer la santé de l'écosystème et celle des résidents du bassin des Grands Lacs, tout en préservant la qualité des Grands Lacs pour les générations à venir.

7 Figures

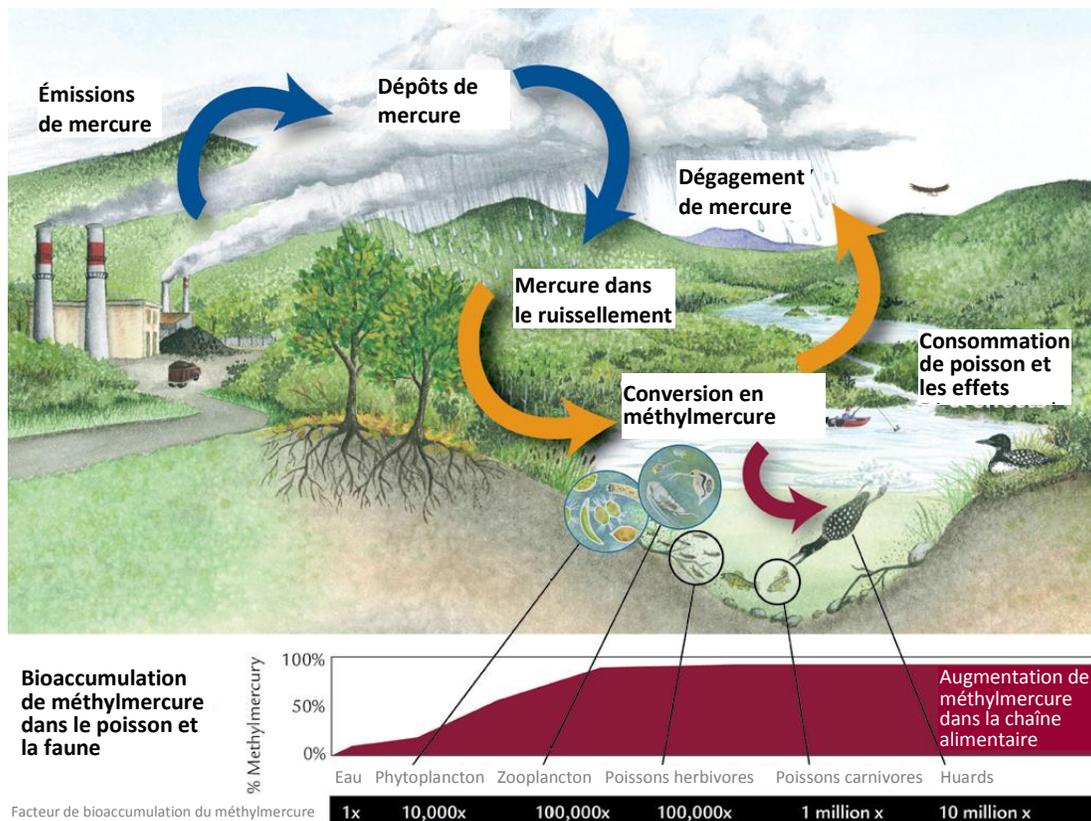


Figure 1. Le cycle du mercure. Source: Evers et al. (2011)



Figure 2. Déclin dans les émissions du mercure 1990-2005. Source: Evers et al. (2011)

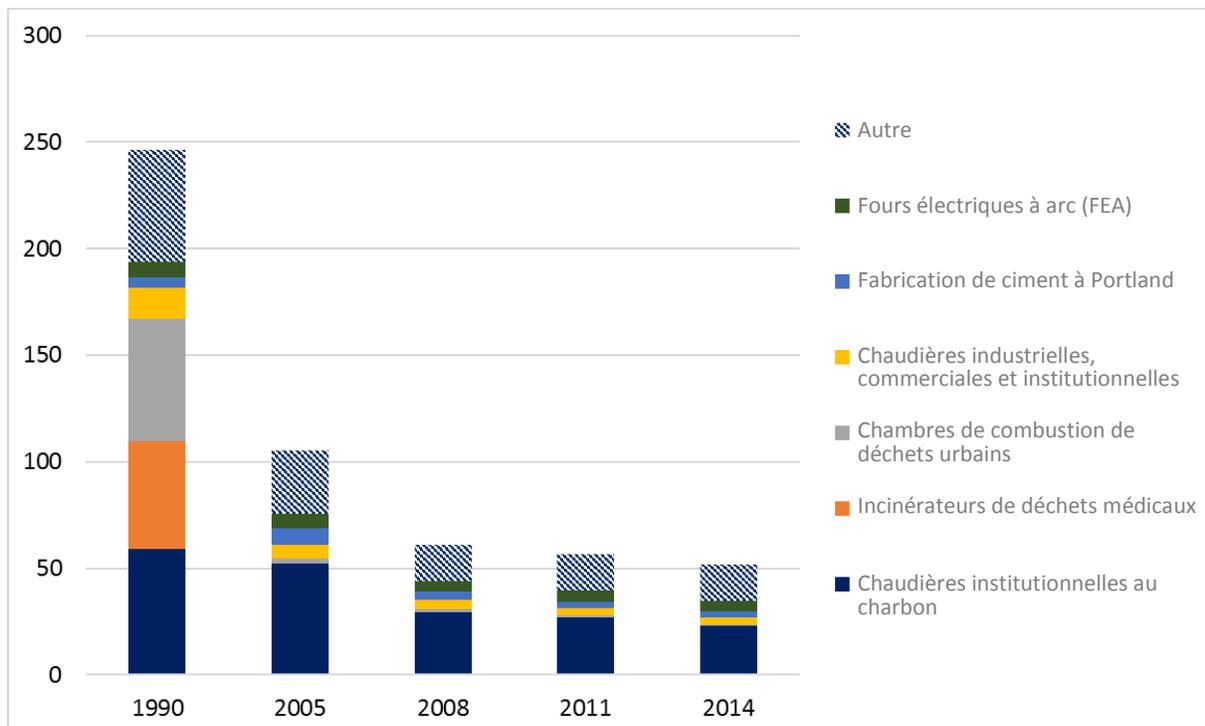


Figure 3. Tendances dans l'inventaire national des émissions (INE), émissions de mercure (tonnes) Source: États-Unis EPA 2014 NEI version 2 documents d'appui technique

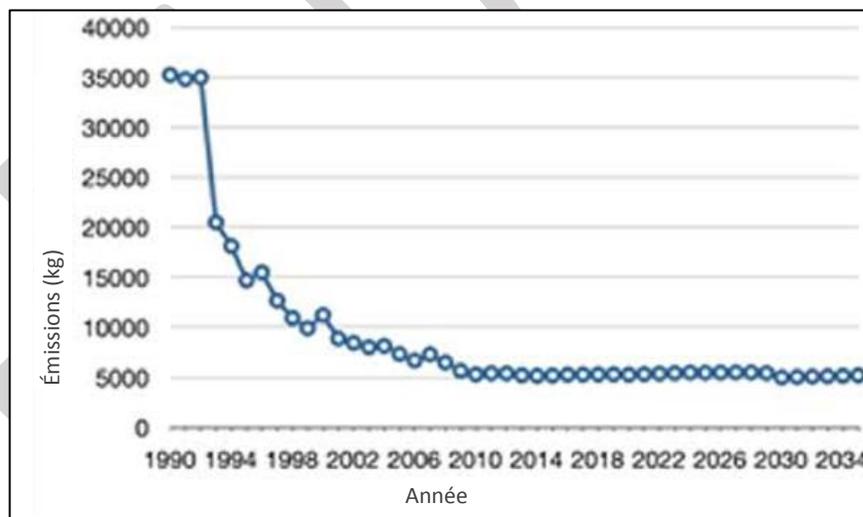


Figure 4. Tendances historiques et projetées des émissions atmosphériques de mercure au Canada. Source: ECCC (2016b)

Dépôts humides de mercure dans la région des Grands Lacs (2002-2008)

LÉGENDE

-  Bassins hydrographiques des Grands Lacs
-  Précipitation – site de surveillance

Gammes moyennes annuelles des dépôts humides de mercure, 2002-2008, en microgrammes par mètre carré

-  4.3–6.0
-  6.1–8.0
-  8.1–10.0
-  10.1–12.0
-  12.1–14.0
-  14.1–15.9

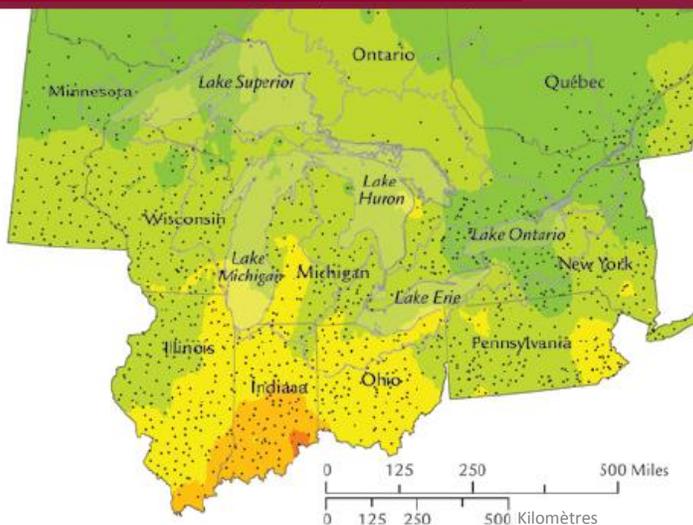


Figure 5. Moyenne annuelle sur sept ans sur les dépôts humides de mercure selon les données de surveillance du NADP/MDN. (Evers et al. (2011))

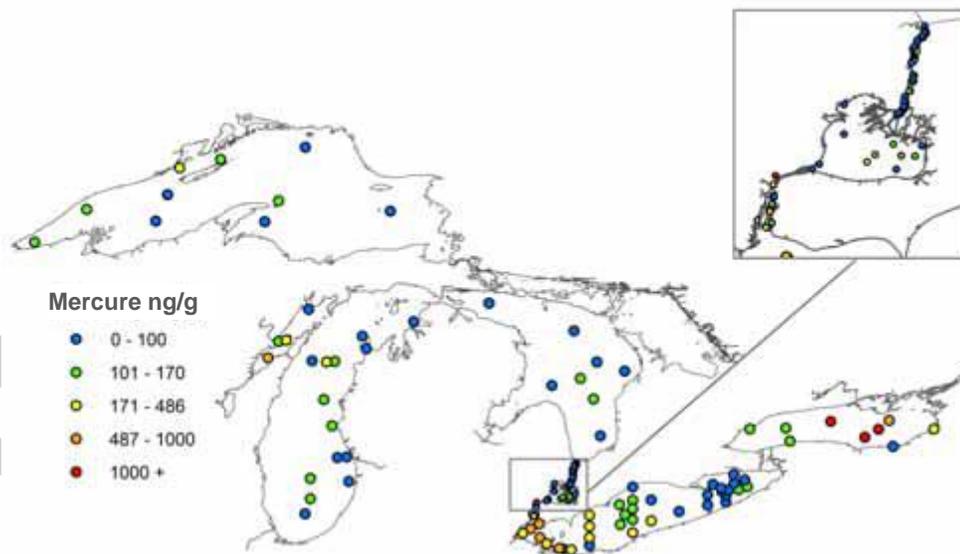


Figure 6. Répartition spatiale du mercure dans les sédiments des Grands Lacs. L'encart est le corridor du lac Sainte-Claire. Source : State of the Lakes Technical Report (2017)

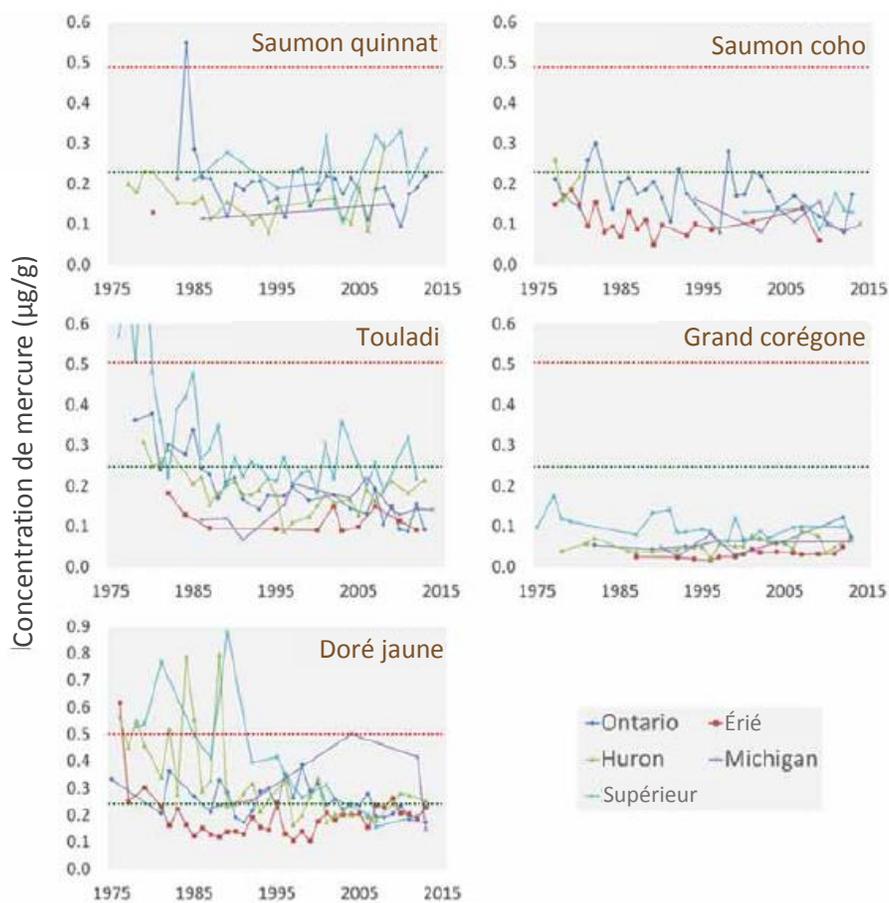


Figure 7. Tendances à long terme du mercure sur le saumon quinnat, le saumon coho, le touladi, le grand corégone et le doré jaune dans les Grands Lacs. Source : State of the Lakes Technical Report 2017.

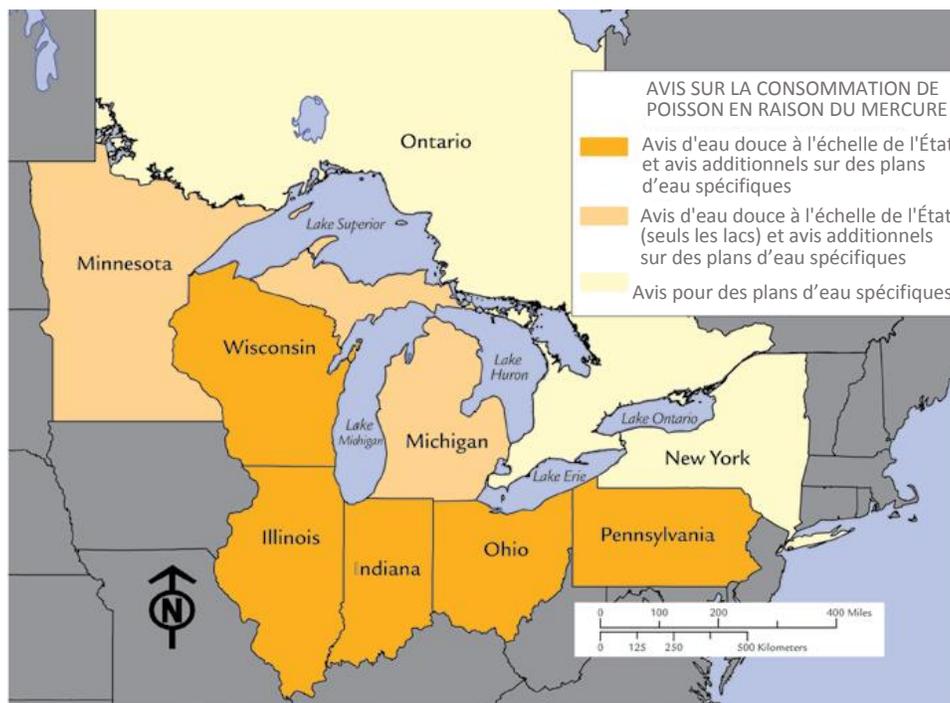


Figure 8. Avis sur la consommation de poisson dans les Grands Lacs en raison du mercure. Source: Evers et al. (2011)

ÉBAUCHE

8 Tableaux

Tableau 1. Propriétés physiques et chimiques du mercure et composés choisis.

Propriété	Mercure	Chlorure de mercure	Oxyde de mercure	Sulfure de mercure	Chlorure de méthylmercure	Diméthylmercure
Symbole chimique	Hg	HgCl ₂	HgO	HgS	CH ₃ HgCl	(CH ₃) ₂ Hg
État physique	Liquide	Solide cristallin	Poudres cristalline ou écailles	Solide	NA	Liquide
Poids moléculaire (g/mol)	200.59	271.49	216.59	232.65	248.69	230.66
Couleur	Brillant, argent-blanc	Blanc	Rouge, orange-rouge, orange-jaune	Rouge ou noir	NA	Sans couleur
Structure cristalline	Rhomboédrique	Rombique or Orthorhombique	Orthorhombique	NA	NA	Aucune
Densité, g/cm ³	13.5					
Point de fusion, °C	-39	277	Décomposition @ +500	Sublimation 584	Sublimation 167	NA -S
Point d'ébullition, °C	357 @ 1 atm.	303 @ 1 atm.	NA S	NA S	NA S	96 @ 1 atm.
Pression de vapeur (Pv)	0.180 @ 20°C	8.99×10^{-3} @ 20°C	9.20×10^{-12} @ 25°C	NA S	1.76×10^{-12} @ 25°C	8.3×10^3 @ 25°C
Hydrosolubilité (g/L)	49.4×10^{-6} @ 20°C	66 @ 20°C	5.3×10^{-2} @ 25°C	$\sim 2 \times 10^{-24}$ @ 25°C	~ 5 to 6 @ 25°C	2.95 @ 24
Loi d'Henri sur le coefficient (Pa m ³ mol ⁻¹)	729 @ 20°C	3.69×10^{-5} @ 20°C	3.76×10^{-11} @ 25	NA S	1.6×10^{-5} @ 25°C and pH = 5.2	646 @ 25°C
	0.32 @ 25°C					0.31 @ 15°C
	0.18 @ 5°C					0.15 @ 0°C
Octanol/eau Partition Coefficient (sans dimension)	4.2	0.5	NA S	NA S	2.5	180

Sources : Schroeder et Munthe (1998); Kim et al. (2016),
 ~ - approximatif; atm. – atmosphère; NA – non disponible

Tableau 2. Estimation de la quantité de mercure élémentaire dans les produits contenant du mercure ajouté aux États-Unis (2013)

PRODUITS/COMPOSANTS	TOTAL DE MERCURY VENDU AUX ÉTATS-UNIS (TONNES MÉTRIQUES)			
	2001	2004	2007	2013
Interrupteurs et relais	52,44	46,97	27,91	17,7 (2010)
Amalgames dentaires	27,91	27,57	14,95	14,5
Thermostats	13,27	12,85	3,50	Non signalé
Lampes	9,22	8,67	9,64	4,7
Divers	4,64	2,18	2,52	2,5
Piles	2,68	2,30	1,88	<0,1
Autres produits*	5,46	4,35	2,32	0,6
Total (approximatif)	115,6	104,51	62,78	40,1

*Produits chimiques, sphygmomanomètres, thermomètres, manomètres et baromètres

Source : Carpenter et al. (2011 IMERC, US EPA 2017c)

Tableau 3. Sources d'approvisionnement mondial en mercure, 2015.

Secteur d'approvisionnement en mercure	Portée (tonnes métriques)
Extraction dédiée de mercure	1630–2150
Sous-produit mercure provenant du secteur des métaux non ferreux	440–775
Mercure recyclé/réutilisé à partir d'installations de soude caustique	370–450
Mercure recyclé— autres	1040–1410
Stocks de mercure commercialement disponibles	Au besoin (+)
Portée du total	3480–4785+

Source : Programme des Nations Unies pour l'environnement (2017c)

Tableau 4. Émissions totales de mercure au Canada par secteur, 1990-2015

Secteur	Émissions totales par année (tonnes)					
	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Industrie de l'extraction et de la fonte de métaux non ferreux.	24,9	4,7	1,9	1,7	0,5	0,2
Production d'énergie électrique	2,3	2,0	4,0	2,1	1,6	0,7
Industrie du ciment et du béton	0,5	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3
Industries du fer et de l'acier	0,9	1,0	1,0	0,7	0,4	0,7
Secteurs des déchets	3,8	4,3	2,1	1,4	1,3	0,7
Autre	2,9	2,4	1,7	1,2	1,2	1,8
Émissions totales	35,3	14,7	11,2	7,3	5,3	4,4
% de baisse par an depuis 1990		58,4	68,3	79,3	85,0	87,5

Source : ECCC (2016b)

Tableau 5. Lois fédérales aux États-Unis autorisant le Règlement sur le mercure

Règlements	Résumé des éléments
Frank R. Lautenberg Chemical Safety for the 21st Century Act du 22 juin 2016	Modification du TSCA pour inclure des objectifs supplémentaires dans la Loi sur le mercure et les composés de mercure (https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/frank-r-lautenberg-chemical-safety-21st-century-act-5)
Mercury Export Ban Act (MEBA) de 2008	Cette loi vise à réduire la disponibilité du mercure élémentaire (métallique) sur les marchés locaux et mondiaux en réduisant l'offre. (https://www.congress.gov/110/plaws/publ414/PLAW-110publ414.pdf)
Mercury-Containing and Rechargeable Battery Management Act de 1996	Cette loi supprime progressivement l'utilisation du mercure dans les piles et prévoit des moyens rentables de se débarrasser des piles régulées, y compris les batteries au nickel cadmium (Ni-Cd) usagées et les petites batteries au plomb-acide scellées. (https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-03/documents/p1104.pdf)
Toxic Substances Control Act (TSCA) §6(f) – 15 U.S.C. 2605(f)	Le titre 1 du TSCA interdit la vente, la distribution ou le transfert de mercure élémentaire par des organismes fédéraux, d'État ou locaux, ou toute personne ou entité privée, sauf aux fins d'entreposage. (https://www.epa.gov/enforcement/toxic-substances-control-act-tsca-and-federal-facilities)
Clean Air Act (CAA) 42 U.S.C. § 7401 et seq. (1970) Section 112 et Section 129	L'article 112 autorise l'US EPA à réglementer les émissions de polluants atmosphériques dangereux, y compris le mercure, provenant de sources fixes nouvelles et existantes. L'article 129 prévoit l'autorisation de traiter les émissions de polluants, y compris le mercure, provenant des unités de combustion de déchets solides nouvelles et existantes. (https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-air-act)
Clean Water Act (CWA) 33 U.S.C. § 1251 et seq. (1972)	Met en place une structure de base pour réguler les rejets de polluants dans les eaux des États-Unis et réglementer les normes de qualité pour les eaux de surface. Autorise le Système national d'élimination des rejets de polluants (NPDES), les normes sur les eaux usées pour l'industrie et les normes de qualité de l'eau pour les contaminants dans les eaux de surface. (https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-water-act)
Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA) Section 313	Oblige les installations industrielles et fédérales à signaler les émissions de mercure dans le cadre du programme TRI (Toxics Release Inventory). (https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/2001hg.pdf)
Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) 40 CFR Parts 262 – 265	Les déchets de mercure se manifestent à l'aide de manifeste uniforme des déchets dangereux de la RCRA. Les États sont en grande partie responsables de la mise en œuvre du programme RCRA et, par conséquent, certains peuvent avoir des exigences plus strictes (https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-resource-conservation-and-recovery-act)

Règlements	Résumé des éléments
Safe Drinking Water Act (SDWA) 42 U.S.C. § 300f et seq. (1974)	Autorise l'US EPA à mettre en place des normes minimales pour protéger toutes les eaux effectivement ou potentiellement destinées à la consommation. Exige que tous les propriétaires ou exploitants de réseaux d'eau publics se conforment aux normes primaires (liées à la santé). Objectif de concentration maximale de contaminants dans les BPC (PCLM): 2 ppb; niveau maximal de contaminants (NMC/LCM): 2 ppb. Les États ont la responsabilité principale de l'application des normes relatives à l'eau potable. https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-safe-drinking-water-act

Tableau 6. Résumé des programmes sur le mercure des États des Grands Lacs provenant d'une enquête de 2011.

État	Plan d'action global sur le mercure	Inventaire du mercure dans l'air – Sources des émissions	Surveillance du mercure – réalisation d'essais	Surveillance du mercure – Dépôts atmosphériques	Surveillance du mercure – Avis sur la consommation de poissons	Programmes de gestion de produits contenant du mercure	Programmes dentaires sur le mercure	Exigences d'État pour le programme de récupération des interrupteurs à mercure	Participant au programme national de récupération des interrupteurs à mercure	TMDL au niveau étatique	TMDL sur plusieurs états
Illinois			X	X	X	X	X	X	X		
Indiana	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Michigan	X	X	X	X	X	X	X		X	Révision	
Minnesota	X	X	X		X	X	X		X	X	
New York	X	X	X	X	X	X	X		X		X
Ohio		Rien	X	X	X	X	X		X		
Pennsylvanie*				X	X	X			X	X	
Wisconsin		X		X	X	X	X		X		

Source : Quicksilver Caucus (2012)

* Les informations sur la Pennsylvanie ont été fournies par Service de Protection de l'Environnement de Pennsylvanie (www.dep.pa.gov).

Tableau 7. Normes aux États-Unis et recommandations canadienne pour la qualité de l'environnement concernant le mercure et le méthylmercure, ainsi que les concentrations moyennes dans les Grands Lacs.

Moyen/Directive	Normes aux États-Unis	Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement	Concentration moyenne dans les Grands Lacs	Commentaires/Sources
Mercury				
Eau potable	2.0 µg/L	1.0 µg/L		US MCL en vertu du Safe Drinking Water Act (GTD, 2015); Santé Canada (1986)
Recommandation pour la qualité des eaux en vue de la protection de la vie aquatique		26 ng/L	0.24-0.54 ng/L	CCME (1999 et mises à jour); GTDT (2015)
Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments (protection de la vie aquatique).		486 µg/kg ps SEP 170 µg/kg ps NES	50-586 µg/kg dw	CCME (1999 et mises à jour); GTD (2015)
Lignes directrices sur la qualité des sols pour la protection de la santé environnementale et humaine		6600 µg/kg ps		CCME (1999 et mises à jour)
Terrains à vocation agricole et résidentielle/parcs		24000 µg/kg ps		
Terrains à usage commercial		50000 µg/kg ps		
Terrains à usage industriel				
Air		Aucune norme ambiante	7-13 ng/L (dépôts humides)	GTD (2015)
Touladi entier pour la protection de la vie aquatique		500 ng/g	121-233 ng/g	AQEGL 1987(IJC, 1987); McGoldrick et Murphy (2016)
Critère santé humaine filet de poisson	0.3 µg/g ww	0.5 µg/g ph		(Evers et al., 2011); GTD (2015)
Sang : populations sensibles	5.8 µg/L	8 µg/L		GTD (2015)
Methylmercury				
Recommandation pour la qualité des eaux en vue de la protection de la vie aquatique (eau douce)	1.4 µg/L CMC 0.77 µg/L CCC	0.004 µg/L		US EPA (1996); CCME (1999 et mises à jour)
Recommandation visant les résidus de tissus en vue de la protection de la faune – Consommateurs de biote aquatique		33 µg/kg ph		CCME (1999 et mises à jour)
Niveau d'action US FDA	1 mg/kg			GTD (2015)

CCC = Concentration continue des critères (chronique); CMC = Concentration maximale des critères (grave); ps = poids sec; AQEGL = Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs; MCL = Niveau de confinement maximal; SEP = Seuil d'effet probable; NES = Niveau d'effet de seuil; US FDA = US Food and Drug Administration; US EPA = US Environmental Protection Agency; ph = poids humide

* Cette valeur est une concentration de référence de l'exposition par inhalation, non une norme, et n'a aucune influence en matière de réglementation. Il s'agit d'une estimation (l'incertitude couvrant peut-être un ordre de grandeur) d'une exposition continue à l'inhalation chez

la population humaine (notamment les sous-groupes sensibles) qui ne présente vraisemblablement aucun risque notable d'incidences nuisibles pendant la durée de vie d'un G-6. Elle peut être calculée à partir d'une DSENO, d'une DMENO ou d'une concentration de référence, des facteurs d'incertitude étant généralement appliqués pour refléter les limites des données utilisées. Elle est généralement utilisée dans les évaluations de santé de l'EPA qui ne concernent pas le cancer.

https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0370_summary.pdf

ÉBAUCHE

9 Références

- APN (2013). Initiative de biosurveillance des Premières Nations - Résultats nationaux (2011). (https://www.afn.ca/uploads/files/afn_fnbi_fr.pdf). Ottawa, Ontario: Assemblée des Premières Nations.
- AMAP (2011). Arctic Pollution 2011 (Mercury). (<http://hdl.handle.net/11374/634>). Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique.
- ASTDR (1999). Toxicological Profile for Mercury. (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp46.pdf>). Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- ATSDR (2013). Addendum to the Toxicological Profile for Mercury (Alkyl and Dialkyl Compounds): Supplement to the 1999 Toxicological Profile for Mercury. (https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/mercury_organic_addendum.pdf). Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Division of Toxicology and Human Health Sciences.
- Basu, N. and J. Head (2010). "Mammalian wildlife as complementary models in environmental neurotoxicology." *Neurotoxicology and Teratology* **32**(1): 114-119.
- Bender, M. and D. Narvaez (2016). Update on Global Mercury Production and Trade Trends, and Need for Improved Reporting. UNEP Supply/Storage Partnership Meeting, Madrid, Spain.
- Benoit, N., A. Dove, D. Burniston and D. Boyd (2016). "Tracking PCB Contamination in Ontario Great Lakes Tributaries: Development of Methodologies and Lessons Learned for Watershed Based Investigations." *Journal of Environmental Protection* **7**(3).
- Berndt, M.E. (2003). *Mercury and Mining in Minnesota*. Minerals Coordinating Committee Final Report. Minnesota Department of Natural Resources Division of Lands and Minerals.
- Bhavsar, S.P., S.B. Gewurtz, D. J. McGoldrick, M.J. Keir, and S.M. Backus (2010). **Changes in Mercury Levels in Great Lakes Fish Between 1970s and 2007**. *Environ. Sci. Technol.*, **44**, 3273–3279
- Carpenter, C., L. O'Connor, J. Elmer and D. DePinho (2011). Assessing the Impacts of the Mercury Export Ban Act of 2008 on the U.S. Mercury Recycling Industry. WM11 Global Achievements and Challenges in Waste Management, Phoenix, AZ.
- Carlson D. and D. Swackhamer. 2006. Results from the U.S. Great Lakes Fish Monitoring Program and effects of lake processes on bioaccumulative contaminant concentrations. *Journal of Great Lakes Research* **32**: 370 – 385.
- CCME (2000). Standards pancanadiens sur les émissions de mercure. (https://www.ccme.ca/files/Resources/fr_air/fr_mercury/mercury_emis_std_f.pdf). Ville de Québec, Québec: Conseil canadien des ministres de l'environnement. Gouvernement du Canada.
- CCME (2001). Standard pancanadien relatif aux lampes contenant du mercure. (https://www.ccme.ca/files/Resources/fr_air/fr_mercury/mercury_lamp_standard_f.pdf) Winnipeg, Manitoba: Conseil canadien des ministres de l'environnement. Gouvernement du Canada.
- CCME (2006). Standards pancanadiens sur les émissions de mercure provenant des centrales électriques alimentées au charbon (https://www.ccme.ca/files/Resources/fr_air/fr_mercury/hg_epg_cws_w_annex_fr.pdf). Conseil canadien des ministres de l'environnement. Gouvernement du Canada.
- CCME (2007). Standards pancanadiens relatifs au mercure, Rapport sur la conformité et évaluation : mercure dans les résidus d'amalgames dentaires ; Rapport d'étape : émissions de mercure et lampes contenant du mercure . (https://www.ccme.ca/files/Resources/fr_air/fr_mercury/2007_joint_hg_rpt_1.0_f.pdf). Conseil canadien des ministres de l'environnement. Gouvernement du Canada.

- CCME (2010). Standards pancanadiens relatifs aux émissions de mercure (incinération et fusion de métaux communs) : rapport d'étape 2010 (https://www.ccme.ca/files/Resources/fr_air/fr_mercury/mercury_incin_bms_2010_progress_rpt_fr.pdf). Conseil canadien des ministres de l'environnement. Gouvernement du Canada.
- CCME (1999 et mises à jour). *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*. Conseil canadien des ministres de l'environnement. Disponible à : <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/en/index.html> (accès juin 2017).
- CCME (2016). Standards pancanadiens sur les émissions de mercure provenant des centrales électriques alimentées au charbon : Rapport d'2013/14 (PN 1563; ISBN 978-1-77202-036-6). Conseil canadien des ministres de l'environnement. Gouvernement du Canada.
- CCE (2015). Rapport de clôture : North American Regional Action Plan Environmental Monitoring and Assessment, Chemicals Inventory and Mercury Activities in Mexico. (cec.org). Commission de coopération environnementale.
- Christensen, K. Y., B. A. Thompson, M. Werner, K. Malecki, P. Imm and H. A. Anderson (2015). "Levels of Nutrients in Relation to Fish Consumption Among Older Male Anglers in Wisconsin." *Environmental Research* **142**: 542-548.
- Christensen, K. Y., B. A. Thompson, M. Werner, K. Malecki, P. Imm and H. A. Anderson (2016). "Levels of Persistent Contaminants in Relation to Fish Consumption Among Older Male Anglers in Wisconsin." *International Journal of Hygiene and Environmental Health* **219**(2): 184-194.
- Cohen, M. D., R. S. Artz and R. R. Draxler (2007). Report to Congress: Mercury Contamination in the Great Lakes. (https://www.arl.noaa.gov/documents/reports/NOAA_GL_Hg.pdf). Silver Spring, MD: Air Resources Laboratory. National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Oceanic and Atmospheric Research.
- Cole, A., A. Steffen, C. Eckley, J. Narayan, M. Pilote, R. Tordon, J. Graydon, V. St. Louis, X. Xu and B. Branfireun (2014). "A Survey of Mercury in Air and Precipitation across Canada: Patterns and Trends." *Atmosphere* **5**(3): 635.
- ECCC (2007). "Rejets de mercure provenant des interrupteurs au mercure dans les véhicules en fin de vie (Avis terminé)." *Canada Gazette, Partie I* **141**(52): 3556.
- ECCC (2010). "Avis obligeant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard du dichlorométhane." *Canada Gazette, Partie I* **144**(19).
- ECCC et Santé Canada (2010). *Stratégie de gestion du risque relative au mercure - Points saillants*. Gouvernement du Canada. Disponible à : https://www.ec.gc.ca/doc/mercure-mercure/1241/index_e.htm.
- ECCC (2014). Règlement sur les produits contenant du mercure. (SOR/2014-254). (SOR-2014-254). Environnement et Changement climatique Canada. Gouvernement du Canada.
- ECCC (2015). *Produits contenant du mercure - Stratégie de gestion du risque*. Disponible à : <https://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=C54B4FE5-1&offset=1> (accès septembre 2017).
- ECCC (2016a). Évaluation scientifique sur le mercure au Canada : sommaire (<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/polluants/mercure-environnement/evaluation-scientifique-sommaire.html>). Gatineau, Québec: Environnement et Changement climatique Canada.
- ECCC (2016b). Évaluation scientifique sur le mercure au Canada : résumé des principaux résultats (<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/polluants/mercure-environnement/evaluation-scientifique-resume-principaux-resultats.html>). Gatineau, Québec : Environnement et Changement climatique Canada.

- ECCC (2016c). *Inventaire national des rejets de polluants*. Inventaire national des rejets de polluants. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/pollution-gestion-dechets/inventaire-national-rejets-polluants.html> (accès septembre 2017).
- ECCC (2017a). *La base de données nationales sur la chimie atmosphérique (NAtChem) et le système d'analyse*. Sciences et technologie d'Environnement et Changement climatique Canada.. Disponible à : <https://www.ec.gc.ca/natchem/> (accès septembre 2017).
- ECCC (2017b). " Code de pratique concernant la gestion écologiquement responsable des lampes au mercure en fin de vie utile " *Canada Gazette Partie 1* **151**(6).
- ECCC (2018). Règlement sur les produits contenant du mercure : modifications proposées (<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/reglement-produits-mercure-modifications-proposees.html>) (accès février 2018).
- ECCC et l'US EPA (2011). State of the Great Lakes 2011. (EPA 950-R-13-002). Cat No. En161-3/1-2011E-PDF. State of the Lakes Ecosystem Conferences (SOLEC).
- ECCC et l'US EPA (2017). State of the Great Lakes Highlights Report 2017. (https://binational.net/wp-content/uploads/2017/06/SOGL_17-EN.pdf). Cat. No. : En161-3E-PDF. State of the Lakes Ecosystem Conferences (SOLEC).
- ECE (2014). 1998 Protocol on heavy Metals, as amended on 13 December 2012. (ECE/EB.AIR/115). Executive Body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. United Nations Economic and Social Council.
- EPA, U. (2017). *Mercury and Air Toxics Standards (MATS)*. Disponible à : <https://www.epa.gov/mats> (accès septembre 2017).
- Commission européenne (2012). The International Negotiations on a Global Legally Binding Instrument on Mercury. (<http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/Report-Support-Hg-Negotiations.pdf>). Direction Générale environnement
- Evers, D. C., J. G. Wiener, C. T. Driscoll, D. A. Gay, N. Basu, B. A. Monson, K. F. Lambert, H. A. Morrison, J. T. Morgan, K. A. Williams and A. G. Soehl (2011). Great Lakes Mercury Connections: The Extent and Effects of Mercury Pollution in the Great Lakes Region. (http://harvardforest.fas.harvard.edu/sites/harvardforest.fas.harvard.edu/files/publications/pdf/GLMC_FinalReport.pdf). Gorham, Maine: B. R. Institute.
- Federal Minister of the Environment and Canadian Dental Association (2002). Memorandum of Understanding Respecting the Implementation of the Canada-Wide Standard on Mercury for Dental Amalgam Waste. (https://www.ec.gc.ca/mercure-mercury/5910BAFF-FA15-40F9-B680-7195AD689A4D/EC_CDA_MOU.pdf). Ottawa, Canada: Ministre de l'Environnement. Gouvernement du Canada.
- Ghandi, N., S.P. Bhavsar, R.W.K. Tang and G.B. Arhonditsis (2015). Projecting Fish Mercury Levels in the Province of Ontario, Canada and the Implications for Fish and Human Health. *Environ. Sci. Technol.* 49, 14494–14502
- Ginsberg, G. and B.F. Toal (2009). Quantitative Approach for Incorporating Methylmercury Risks and Omega-3 Fatty Acid Benefits in Developing Species-Specific Fish Consumption Advice. *Environ Health Perspect* 117:267–275. doi:10.1289/ehp.11368
- Ginsberg, G., (2016). Risk/Benefit Analysis of Great Lakes Fish for Neurodevelopmental Outcomes. Great Lakes Consortium for Fish Consumption Advisories. Minnesota Department of Health.
- GLRC (2010). Great Lakes Mercury Emission Reduction Strategy. (<http://www.glrppr.org/glmst/Mercury-Emissions-Reduction-Strategy.pdf>). Great Lakes Regional Collaboration.
- GLRC (2014). Great Lakes Mercury Emission Reduction Strategy Progress Report. (Le document n'est pas disponible au public, mais peut être obtenu sur demande). Great Lakes Regional Collaboration.

- Gouvernement du Canada (2016). *Plan de gestion des produits chimiques*. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/substances-chimiques/plan-gestion-produits-chimiques.html> (accès septembre 2017).
- Great Lakes Consortium for Fish Consumption Advisories 2018. <http://www.health.state.mn.us/divs/eh/fish/consortium/members.html>
- Great Lakes Interagency Task Force (2015). Great Lakes Restoration Initiative Report to Congress and the President- Fiscal Years 2010-2014. (https://www.glri.us/pdfs/21050720-report_to_congress.pdf). G. L. R. Initiative.
- Santé Canada (1986). *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – le mercure*. (<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-pour-qualite-eau-potable-canada-document-technique-mercure.html>). Gouvernement du Canada.
- Huang, J., S.N. Lyman, J. Stamenkovic Hartman and M. Sexauer Gustin (2014). A review of passive sampling systems for ambient air mercury measurements *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 2014, 16, 374. DOI: 10.1039/c3em00501a
- IJC (1987). Revised Great Lakes Water Quality Agreement of 1978. (http://www.ijc.org/files/tinymce/uploaded/GLWQA_e.pdf). Ottawa: International Joint Commission. United States and Canada.
- Commission mixte Internationale (2015). Atmospheric Deposition of Mercury in the Great Lakes. (http://publications.gc.ca/collections/collection_2016/cmi-ijc/E95-2-21-2015-eng.pdf).
- GTD (2015). Binational Summary Report: Mercury. (<https://binational.net/wp-content/uploads/2015/05/EN-Mercury-Binational-Summary-Report-Final-Draft.pdf>). Identification Task Team.
- Jeremiason, J. (2017). A Synthesis of Mercury Trends in Lake Superior. (Le document n'est pas disponible au public, mais peut être obtenu sur demande).
- Kim, S., P. A. Thiessen, E. E. Bolton, J. Chen, G. Fu, A. Gindulyte, L. Han, J. He, S. He, B. A. Shoemaker, J. Wang, B. Yu, J. Zhang and S. H. Bryant (2016). "PubChem Substance and Compound databases." *Nucleic Acids Res* **44**(D1): D1202-1213.
- LADCO (2012). *Lake Michigan Air Directors Consortium Fact Sheet*. http://www.ladco.org/about/general/fact_sheet.pdf
- Lake Superior Partnership (2016). Lake Superior Lakewide Action and Management Plan 2015-2019. (Cat. No. En164-52/2016E-PDF).
- Lamborg, C.H., C.R. Hammerschmidt, K.L. Bowman, G.J. Swarr, K.M. Munson, D.C. Ohnemus, P.J. Lam, L.E. Heimbürger, M.J. A. Rijkenberg and M.A. Saito (2014). A global ocean inventory of anthropogenic mercury based on water column measurements. *Nature* volume 512, pages 65–68. doi:10.1038/nature13563
- Lepak, R.F., R. Yin, D.P. Krabbenhoft, J.M. Ogorek, J.F. DeWild, T.M. Holsen, and J.P. Hurley (2015). Use of Stable Isotope Signatures to Determine Mercury Sources in the Great Lakes. *Environmental Science & Technology Letters* 2015 2 (12), 335-341
DOI: 10.1021/acs.estlett.5b00277
- Mahaffey, K. R. (2005). "Mercury Exposure: Medical and Public Health Issues." *Transactions of the American Clinical and Climatological Association* **116**: 127-154.
- McGoldrick, D. J. and E. W. Murphy (2016). "Concentration and Distribution of Contaminants in Lake Trout and Walleye from the Laurentian Great Lakes (2008–2012)." *Environmental Pollution* **217**: 85-96.
- McLagan, D.S., M.E.E. Mazur, C.P.J. Mitchell, and F. Wania (2016). Passive air sampling of gaseous elemental mercury: a critical review. *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 3061–3076, doi:10.5194/acp-16-3061-2016

- Menyas, P. (2016). Canada Proposes Restrictions on Mercury Exports. Bloomberg BNA: Daily Environment Report, Bloomberg BNA.
- Michigan DEQ and US EPA (2013). Statewide Michigan Mercury TMDL. (http://www.michigan.gov/documents/deq/wrd-sw-as-hgtmdl-draft_415360_7.pdf). Michigan Department of Environmental Quality. US Environmental Protection Agency Region 5.
- Monson, B. A., D. F. Staples, S. P. Bhavsar, T. M. Holsen, C. S. Schrank, S. K. Moses, D. J. McGoldrick, S. M. Backus and K. A. Williams (2011). "Spatiotemporal trends of mercury in walleye and largemouth bass from the Laurentian Great Lakes Region." Ecotoxicology **20**(7): 1555-1567.
- NADP (2011). Monitoring Mercury Deposition- A Key Tool to Understanding the Link between Emissions and Effects. (IEM 2005-03 and NADP Brochure 2005-01). National Atmospheric Deposition Program.
- OMOEC (2013). Guide de consommation du poisson de l'Ontario, 2013-2014. (www.ontario.ca/fishguide). Ministère de l'Environnement et du Changement climatique de l'Ontario. Gouvernement du Canada.
- OMOEC (2018). <https://www.ontario.ca/environment-and-energy/eating-ontario-fish>.
- Park, J.-D. and W. Zheng (2012). "Human Exposure and Health Effects of Inorganic and Elemental Mercury." Journal of Preventive Medicine and Public Health **45**(6): 344-352.
- Quicksilver Caucus (2012). Third Compendium of States' Mercury Activities. (http://www.michigan.gov/documents/deq/Third_Compndium_of_States_Mercury_Activities_FINAL_Oct_2012_407789_7.pdf). Washington D.C.: The Environmental Council of the States.
- Raymond, M., K. Christensen, B. Thompson and H. Anderson (2017). "Changes in Hair Mercury Levels Among Women of Child-Bearing Age Following an Educational Intervention." Journal of Occupational and Environmental Medicine **59**(6): 528-534.
- Schroeder, W. H. and J. Munthe (1998). "Atmospheric mercury—An overview." Atmospheric Environment **32**(5): 809-822.
- Sibbald, B. (2016). "Doctors call to phase out coal-fired electricity." Canadian Medical Association Journal **188**(17-18): E423-E424.
- Statistique Canada (2016). *Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS)*. Disponible à : http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&Id=148760 (accès août 2017).
- Turyk, M. E., S. P. Bhavsar, W. Bowerman, E. Boysen, M. Clark, M. Diamond, D. Mergler, P. Pantazopoulos, S. Schantz and D. O. Carpenter (2012). "Risks and Benefits of Consumption of Great Lakes Fish." Environmental Health Perspectives **120**(1): 11-18.
- UN Environment (2017a). *Minamata Convention on Mercury*. Disponible à : <http://www.mercuryconvention.org/> (accès juin 2017).
- UN Environment (2017b). Toolkit for Identification and Quantification of Mercury Releases: Guideline for Inventory Level 1. (<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/14777/Hg-Toolkit-Guideline-IL1-January2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>). Geneva, Switzerland: UN Environment Chemicals Branch.
- UN Environment, (2017c). Global mercury supply, trade and demand. United Nations Environment Programme, Chemicals and Health Branch. Geneva, Switzerland.
- UNECE (2017). *Protocol on Heavy Metals- The 1998 Aarhus Protocol on Heavy Metals*. Disponible à : http://www.unece.org/env/lrtap/hm_h1.html (accès septembre 2017).
- US Ecology (2017). *ELVS Mercury Switch Program*. Disponible à : <https://www.usecology.com/Services/Environmental-Services/Recycling/ELVS-Mercury-Switch-Program.aspx> (accès
- US EPA (1996). Water Quality Criteria Documents for the Protection of Aquatic Life in Ambient Water. (EPA-820-B-96-001). Office of Water. US Environmental Protection Agency.

- US EPA (2004). Results of the Lake Michigan Mass Balance Study: Biphenyls and Trans-Nonachlor Data Report. (EPA 905 R-01-011). Chicago, IL: Great Lakes National Program Office. US Environmental Protection Agency.
- US EPA (2007). *Background Paper for Stakeholder Panel to Address Options for Managing U.S. Non-Federal Supplies of Commodity-Grade Mercury*. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances .
- US EPA (2009). Report to Congress: Potential Export of Mercury Compounds from the United States for Conversion to Elemental Mercury. (<https://www.epa.gov/mercury/2009-epa-report-congress-potential-export-mercury-compounds-united-states-conversion>). Washington, D.C.: Office of Pollution Prevention and Toxic Substances. US Environmental Protection Agency.
- US EPA (2010). 2010-2014 Pollution Prevention (P2) Program Strategic Plan. (<https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/p2strategicplan2010-14.pdf>). US Environmental Protection Agency.
- US EPA (2014a). Data from the Great Lakes Fish Monitoring and Surveillance Program: Mercury.
- US EPA (2014b). *Toxics Release Inventory (TRI) Program*. Disponible à : <https://www.epa.gov/toxics-release-inventory-tri-program> (accès juin 2016).
- US EPA (2015a). Find Out What's Happening in Your Neighborhood Using EPA's Toxics Release Inventory (TRI). (https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/2015_tri_for_communities_fact_sheet_final.pdf). US Environmental Protection Agency.
- US EPA (2015b). Lake Michigan Lakewide Action and Management Plan Annual Report 2015. (<https://binational.net>).
- US EPA (2015c). List of Lists: Consolidated List of Chemicals Subject to the Emergency Planning and Community Right-To-Know Act (EPCRA), Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA) and Section 112(r) of the Clean Air Act. (EPA 550-B-15-001). Washington, D.C.: Office of Solid Waste and Emergency Response. US Environmental Protection Agency.
- US EPA (2016a). *Getting Work Done at AOCs: How are the Federal GLRI Agencies Implementing the AOC Program?* 2016 Great Lakes AOCs Conference, Dearborn, MI, US Environmental Protection Agency, Great Lakes National Program Office.
- US EPA (2016b). *Great Lakes Environmental Database (GLENDa)*. Disponible à : <https://www.epa.gov/great-lakes-legacy-act/great-lakes-environmental-database-glenda> (accès juin 2016).
- US EPA (2016c). *Great Lakes Monitoring: The Integrated Atmospheric Deposition Network (IADN)*. Disponible à : <https://www3.epa.gov/greatlakes/monitoring/air2/index.html> (accès juin 2016).
- US EPA (2016d). *Lakewide Action and Management Plans*. Disponible à : <https://www.epa.gov/greatlakes/lakewide-action-and-management-plans> (accès août 2016).
- US EPA (2017a). Effluent Limitation Guidelines and Standards for the Dental Category; 40 CFR 441. (EPA-HQ-OW-2014-0693; FRL-9957-10-OW). US Environmental Protection Agency.
- US EPA (2017b). *Mercury in Your Environment*. United States Environmental Protection Agency. Disponible à : <https://www.epa.gov/mercury> (accès juin 21).
- US EPA (2017c). Mercury U.S. Inventory Report: Supply, Use, and Trade 2017. Office of Chemical Safety and Pollution Prevention. <https://www.regulations.gov/document?D=EPA-HQ-OPPT-2017-0127-0002>
- US EPA (2018). 2014 National Emissions Inventory (NEI) version 2 Technical Support Document (TSD).

- US EPA et Canada (2009). Great Lakes Binational Toxics Strategy- 2009 Biennial Report. (EN 161-1/2-2009E-PDF; 978-1-100-17486-0). US Environmental Protection Agency, and the Government of Canada.
- US EPA et ECCC (1997). The Great Lakes Binational Toxics Strategy. (<https://archive.epa.gov/greatlakes/p2/web/pdf/bnssign.pdf>).
- US FDA (2014). A Quantitative Assessment Of The Net Effects On Fetal Neurodevelopment From Eating Commercial Fish (As Measured by IQ and also by Early Age Verbal Development in Children). <https://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Metals/ucm393211.htm>
- Zananski, T.J., T. M. Holsen, P.K. Hopke and B. S. Crimmins (2011). Mercury temporal trends in top predator fish of the Laurentian Great Lakes. *Ecotoxicology* 20:1568–1576 DOI 10.1007/s10646-011-0751-9 *Ecotoxicology* (2011) 20:1568–1576 DOI 10.1007/s10646-011-0751-9
- Zhang, Y., D.J. Jacob, H.M. Horowitz, L. Chen, H.M. Amos, D.P. Krabbenhoft, F. Slemr, V.L. St. Louis and E.M. Sunderland (2016). Observed decrease in atmospheric mercury explained by global decline in anthropogenic emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, January, 113 (3) 526-531. <https://doi.org/10.1073/pnas.1516312113>
- Zhou, C., M.D. Cohen, B.A. Crimmins, H. Zhou, T.A. Johnson, P.K. Hopke, and T.M. Holsen (2017). Mercury Temporal Trends in Top Predator Fish of the Laurentian Great Lakes from 2004 to 2015: Are Concentrations Still Decreasing? *Environmental Science & Technology* **2017** 51 (13), 7386-7394 DOI: 10.1021/acs.est.7b00982