



---

# **Stratégie binationale de gestion des risques posés par les polybromodiphényléthers (PBDE) dans les Grands Lacs**

---

**Mai 2019**

Préparée par Environnement et Changement climatique Canada et l'Environmental Protection Agency des États-Unis



## Avertissement

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

## Remerciements

La production du présent rapport a été financée par l'Environmental Protection Agency des États-Unis (USEPA), par le biais du contrat EP-R5-11-07 de l'EPA avec le Battelle Memorial Institute (représentant technique de l'agent de négociation des marchés : F. Anscombe, Chicago, Illinois). Un financement a également été accordé à Duncan Boyd par Environnement et Changement climatique Canada dans le cadre du contrat EC-3000657498. Il a été rédigé en tenant compte des avis du personnel de l'EPA et d'Environnement et Changement climatique Canada.

## Source des photos de la page couverture et du bandeau

Haut de page de couverture et bandeau de page : *Aiglons au Wisconsin*, source : Wisconsin Department of Natural Resources.

Bas de page de couverture : *Saumon des Grands Lacs*, source : Brandon Gerig, Laboratoire d'écologie des cours d'eau, université Notre Dame (Indiana).

Bandeau de page : *Surveillance des PBDE dans les moules*, source : projet de surveillance des moules, National Oceanic and Atmospheric Administration (États-Unis).

## Résumé

Signé par le Canada et les États-Unis, l'*Accord relatif à la qualité de l'eau dans la région des Grands Lacs* (AQEGL) vise à réduire les rejets anthropiques dans divers milieux (air, eau, sols, sédiments, biote) de produits chimiques sources de préoccupations mutuelles (PCSPM) qui sont susceptibles d'altérer la qualité de l'eau des Grands Lacs, notamment les polybromodiphényléthers (PBDE). 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 les PBDE en vue qui permettra de concentrer les efforts déployés par les gouvernements du Canada et des États-Unis, et ce, en collaboration et en consultation avec les gouvernements des provinces et des états, les gouvernements tribaux, les Premières Nations, les Métis, les gouvernements municipaux, les organismes de gestion des bassins, d'autres organismes publics locaux et le public, en mettant en œuvre des mesures de gestion et d'atténuation des risques qui visent à réduire la présence de PBDE dans le bassin des Grands Lacs. Les Parties et leurs partenaires appliqueront cette stratégie pour orienter le choix, la priorisation et la mise en œuvre de mesures visant à réduire les PCSPM. 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; suivi, surveillance et autres travaux de recherche; qualité de l'eau domestique. Les Parties s'engagent à tenir compte, dans la mesure du possible, des solutions exposées dans le présent document au moment de la prise de décisions relatives aux programmes, au financement et à la dotation, mais leur mise en œuvre incombera aux organismes mandatés pour entreprendre des travaux dans ces secteurs. Comme l'indique l'AQEGL, les obligations de chacune des Parties sont assujetties à l'affectation de fonds, conformément à leurs propres procédures.

Les PBDE sont un groupe de composés chimiques formé en théorie de 209 congénères, dont un sous-groupe a été utilisé comme ignifugeant dans une grande variété de produits à partir des années 1970. Des PBDE ont été commercialisés dans trois mélanges : le pentabromodiphényléther commercial (PentaBDE), l'octabromodiphényléther commercial (OctaBDE) et le décabromodiphényléther (DécaBDE). Les congénères de PBDE forment une classe chimique de substances persistantes et toxiques qui se bioaccumulent dans les tissus, ce qui peut entraîner des d'expositions élevées chez les humains et dans d'autres biotes.

Les PBDE n'étaient synthétisés au Canada. De plus, des règlements entrés en vigueur en 2008 y ont interdit la fabrication (congénères des tétraBDE, pentaBDE, hexaBDE, heptaBDE, octaBDE, nonaBDE et décaBDE), l'utilisation, la vente, la commercialisation et l'importation des PBDE qui répondent aux critères visant leur quasi-élimination en vertu de la LCPE (congénères des tétrades, pentaBDE et hexaBDE), ainsi que des mélanges, polymères et résines contenant ces substances. En 2016, ces mesures réglementaires ont été élargies en vertu du *Règlement sur certaines substances toxiques interdites* (2012), pour y inclure le décaBDE et tous les produits, hormis les articles manufacturés.

On croit que tous les producteurs américains ont volontairement cessé leur production au plus tard en 2013. Une petite quantité de PBDE pourrait toutefois être encore fabriquée.

Des articles manufacturés contenant des PBDE sont toujours importés au Canada et aux États-Unis et ces substances sont encore présentes dans des produits en utilisation et les flux de déchets. Des PBDE ont été détectés dans les sédiments, l'air, la faune sauvage, les poissons et d'autres biotes des Grands

Lacs et des environs, et ils contribuent à la dégradation de l'environnement dans le bassin des Grands Lacs.

Il subsiste plusieurs inconnues tant au Canada qu'aux États-Unis en ce qui concerne les sources non quantifiées de PBDE. Il n'existe pas de registre complet des fabricants et transformateurs de PBDE et d'utilisateurs de produits contenant des PBDE dans aucun des deux pays. Un suivi supplémentaire est nécessaire pour obtenir des renseignements sur les échelles et les séries chronologiques qui permettraient de mieux connaître et de modéliser les concentrations de PBDE à l'échelle nationale, en particulier dans le cas des sources ou des produits distribués dans le commerce. Au chapitre de l'élaboration de directives sur les aspects touchant l'importation, la transformation et l'utilisation des articles manufacturés contenant des PBDE, ainsi que la gestion des déchets contenant ces produits. À cette fin, le présent document de stratégie binationale propose différentes options stratégiques, présentées dans le **tableau A** qui suit. En mettant en œuvre les options décrites dans cette stratégie binationale, les gouvernements et les parties intéressées amélioreront l'état de santé des humains et des écosystèmes, à la fois dans le bassin des Grands Lacs et dans leurs collectivités respectives. Lorsque le Canada ou les États-Unis ne sont pas désignés pour une mesure, cela signifie que la mesure prioritaire présentée est déjà en place dans ce pays, ou qu'elle n'y est pas appropriée dans le contexte des programmes et mesures de gestion des risques déjà en place.

Tableau A du résumé. Sommaire des options proposées dans la stratégie canado-américaine sur les PBDE.

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 efforts de recherche	Qualité de l'eau domestique
Options stratégiques				
<p>Établir des règlements visant à réduire autant que possible l'exposition des humains et de l'environnement au décaBDE, comme le prévoit le <i>Toxic Substances Control Act</i> modifié (États-Unis).</p> <p>Envisagez de travailler avec les entités concernées pour développer une approche intégrée qui aborde les normes d'inflammabilité des produits et des structures, les normes de toxicité des ignifugeants et l'utilisation d'options de reconception (États-Unis)</p> <p>Mise à jour du règlement canadien visant à éliminer progressivement les exemptions restantes ayant trait aux PBDE contenus dans des articles manufacturés (Canada).</p>	<p>Réaliser un examen approfondi de tous les mécanismes réglementaires en vigueur concernant la réduction, la gestion, l'application de la loi et élimination des PBDE (États-Unis).</p> <p>Accroître le soutien offert aux associations industrielles et aux entreprises qui veulent éliminer les PBDE ou renforcer la gestion des risques dans leur secteur (États-Unis).</p> <p>Mener des enquêtes sur les installations de recyclage et les sites d'enfouissement afin de vérifier si ces établissements ont les connaissances requises sur les PBDE et respectent la loi, et utiliser les résultats des enquêtes pour cibler les établissements qui doivent être sensibilisés davantage (États-Unis).</p> <p>Poursuite de la mise en œuvre du règlement actuel</p>	<p>Sensibiliser et éduquer davantage le public et les travailleurs au sujet des sources potentielles de PBDE et des mesures adéquates à prendre si des matières contenant des PBDE étaient trouvées (États-Unis).</p> <p>Sensibiliser le public afin qu'il utilise des substances de rechange plus sûres ou des produits exempts de PBDE (États-Unis).</p> <p>Encourager les industries à réaliser des activités de prévention de la pollution et à les consigner dans la base de données du TRI (États-Unis).</p> <p>Souligner les réussites en matière de prévention de la pollution et en faire la diffusion (États-Unis).</p> <p>Accroître le soutien aux fabricants qui cherchent des produits de rechange aux ignifugeants bromés, y compris les PBDE (États-Unis).</p> <p>Effectuer des recherches sur les solutions possibles de recyclage, en mettant l'accent sur l'établissement de moyens visant à encourager le recyclage sécuritaire des produits contenant des PBDE (États-Unis).</p>	<p>Continuer la surveillance des PBDE 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 ouverts en ligne, rapports gouvernementaux et revues scientifiques) afin de maximiser l'auditoire visé (Canada et États-Unis).</p> <p>Améliorer les activités existantes de surveillance en évaluant les concentrations de PBDE dans l'air dans les régions éloignées, rurales et urbaines, ainsi que dans les régions proches des sites de déchets dangereux et des incinérateurs (Canada et États-Unis).</p> <p>Élaborer des outils rentables pour surveiller, dans tous les milieux, les concentrations de PBDE provenant de diverses sources (Canada et États-Unis).</p> <p>Mettre au point des plans et systèmes de données structurés sur les sources de PBDE, les manifestes et le suivi des produits qui en contiennent; envisager la possibilité de rendre accessible ces systèmes de données à la population (États-Unis).</p> <p>Élaborer des modèles permettant de suivre le transport atmosphérique des PBDE sur de grandes distances, leurs dépôts ainsi que leurs voies de dégradation dans le bassin des Grands Lacs (États-Unis).</p> <p>Continuer d'évaluer les risques associés aux produits de remplacement des PBDE (Canada et États-Unis).</p>	<p>Obtenir et analyser les données de surveillance des concentrations de PBDE dans l'eau potable et, si nécessaire, élaborer des normes nationales sur la qualité de l'eau (États-Unis).</p>

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 efforts de recherche	Qualité de l'eau domestique
Options stratégiques				
	conformément à la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), politique de conformité et d'application de la loi dans le cadre du Règlement sur certaines substances toxiques interdites (2012) (Canada).	Recherche et assurance de pratiques de gestion sécuritaires en fin de vie pour des produits contenant des PBDE et communication de ces résultats (Canada).		

## Table des matières

Avertissement .....	ii
Remerciements .....	ii
Source des photos de la page couverture et du bandeau .....	ii
Résumé .....	iii
Table des matières .....	vii
Tableaux .....	viii
Figures .....	ix
Acronymes et abréviations .....	x
1 Introduction .....	1
2 Profil chimique .....	2
2.1 Identité chimique .....	2
2.2 Propriétés physiques et chimiques .....	2
2.3 Devenir, transport et tendances dans l'environnement .....	3
2.4 Sources et rejets de PBDE dans la région des Grands Lacs .....	3
2.4.1 Utilisations et quantités commercialisées .....	3
2.4.2 Sources de rejets .....	4
2.4.3 Les PBDE dans les milieux environnementaux .....	4
2.4.3.1 Dans l'air .....	4
2.4.3.2 Dans les eaux de surface .....	6
2.4.3.3 Dans les sédiments .....	6
2.4.3.4 Dans le biote .....	7
2.5 Synthèse des risques .....	8
3 Politiques, règlements et programmes existants de gestion et de contrôle des PBDE .....	8
3.1 États-Unis .....	8
3.1.1 Lois et règlements actuels .....	8
3.1.2 Mesures de prévention de la pollution .....	10
3.1.2.1 Produits de remplacement des PBDE .....	10
3.1.3 Mesures de gestion des risques .....	11
3.1.4 Suivi, surveillance et autres travaux de recherche .....	11
3.1.5 Lignes directrices et normes américaines .....	12
3.2 Canada .....	12
3.2.1 Mesures fédérales de gestion des risques .....	12
3.2.2 Mesures de prévention de la pollution .....	12
3.2.3 Suivi, surveillance et autres travaux de recherche .....	12
3.2.4 Normes et lignes directrices canadiennes en matière de qualité de l'environnement au Canada .....	13
3.3 Coordination binationale .....	13
3.3.1 Plans d'action et d'aménagement panlacustres .....	13

3.3.2	Réseau de mesure de la déposition atmosphérique (RIDA) aux États-Unis, et Réseau de contrôle et de surveillance du bassin des Grands Lacs (BGL) au Canada.....	14
3.3.3	Initiative des sciences coopératives et de surveillance .....	14
3.4	Scène internationale .....	14
3.4.1	Programme des Nations Unies pour l'environnement : Conventions de Stockholm et de Bâle.....	14
3.4.2	Directive européenne visant à limiter l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques.....	15
3.4.3	Commission européenne : Règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des produits chimiques .....	15
3.4.4	Règlement (UE) n° 757/2010 de la Commission du 24 août 2010 modifiant les annexes I et II du Règlement (CE) n° 850/2004 du Parlement européen et du Conseil concernant les polluants organiques persistants .....	16
4	Analyse des lacunes .....	16
5	Options d'atténuation des risques et de gestion pour combler les lacunes .....	18
5.1	Réglementation et autres mesures d'atténuation et de gestion des risques .....	18
5.2	Promotion de la conformité et application de la loi.....	19
5.3	Prévention de la pollution .....	19
5.4	Suivi, surveillance et autres travaux de recherche .....	20
5.5	Qualité de l'eau domestique.....	21
6	Conclusion.....	23
7	Tableaux.....	24
8	Figures.....	28
9	Références .....	33

## Tableaux

<b>Tableau 1.</b>	Propriétés physiques et chimiques des PBDE.....	24
<b>Tableau 2.</b>	Quantités estimées de PBDE dans le bassin des Grands Lacs .....	25
<b>Tableau 3.</b>	Ignifugeants bromés mesurés par le RIDA.....	25
<b>Tableau 4.</b>	Normes et recommandations des États-Unis pour les PBDE.....	26
<b>Tableau 5.</b>	Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement au Canada pour les PBDE..	27

## Figures

<b>Figure 1.</b> Structure chimique générale des PBDE. Source : ATSDR (2017). .....	28
<b>Figure 2.</b> Rejets totaux (toutes les sources) de décaBDE, 1998-2016. Source : USEPA (2017b). .....	28
<b>Figure 3.</b> Émissions atmosphériques totales de décaBDE, 1998-2016. Source : USEPA (2017b). .....	29
<b>Figure 4.</b> Tendances de la concentration de PBDE aux sites RIDA urbains et ruraux ou éloignés. Source : IADN, Indiana University 2017 .....	29
<b>Figure 5.</b> Cycles saisonniers, tendances et valeurs mesurées pour les BDE 28, 47, 99, 209 et les PBDE totaux à Burnt Island et à Point Petre. Source : Shunthirasingham et coll. (2018). .....	30
<b>Figure 6.</b> Rejets totaux de décaBDE dans les eaux de surface, 1998-2016. Source : USEPA (2017b). .....	31
<b>Figure 7.</b> Rejets totaux de décaBDE dans les décharges et les bassins en surface, 1998-2016. Source : USEPA (2017b). .....	31
<b>Figure 8.</b> Concentrations de pentaBDE dans le touladi, 1997-2012. Source : ECCC (2017). .....	32

## Acronymes et abréviations

AQEGL	Accord relatif à la qualité de l'eau dans la région des Grands Lacs
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BDE	Bromodiphényléther
BNSBA	Banque nationale de spécimens biologiques aquatiques
BPANGL	Bureau du programme national des Grands Lacs
BPC	Biphényle polychloré
CG-SM	Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (méthode d'analyse)
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
EAP	Réseau mondial d'échantillonnage atmosphérique passif
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
EEE	Équipement électronique et électrique
GLEND A	Great Lakes Environmental Database
GLLA	<i>Great Lakes Legacy Act</i>
GTD	Groupe de travail sur la détermination
HBCD	Hexabromocyclododécane
INRP	Inventaire national des rejets de polluants
PGL	Initiative de protection des Grands Lacs
IRGL	Initiative de restauration des Grands Lacs
ISCES	Initiative des sciences coopératives et de surveillance
MEACC	Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario
NCEA	National Center for Environmental Assessment
OMS	Organisation mondiale de la Santé
P2	Prévention de la pollution
PAAP	Plan d'action et d'aménagement panlacustre
PATGD	Pollution atmosphérique transfrontalière à grande distance
PBB	Polybromobiphényles
PBDE	Polybromodiphényléther
PBT	Persistant, bioaccumulable et toxique
PCSPM	Produits chimiques sources de préoccupations mutuelles
POP	Polluant organique persistant
PSEA	Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique
REACH	Règlement européen sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions relatifs aux substances chimiques
RFQE	Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement
RIDA	Réseau de mesure des dépôts atmosphériques
RoHS	Directive européenne visant à limiter l'utilisation de certaines substances dangereuses
SiGL	Science in the Great Lakes
SNUR	Significant New Use Rule
SOLEC	State of the Lakes Ecosystem Conferences
SP	Secteur préoccupant
SVHC	Substances très préoccupantes
TBB	Tétabromobenzoate
TBPH	Tétabromophthalate
TRI	Toxics Release Inventory
TSCA	<i>Toxic Substances Control Act</i>
USEPA	Environmental Protection Agency des États-Unis
USFDA	United States Food and Drug Administration des États-Unis
USGS	Geological Survey des États-Unis
XRF	Fluorescence X

## 1 Introduction

L'[annexe 3](#) de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans la région des Grands Lacs (AQEGL) vise la réduction des rejets anthropiques de substances chimiques mutuellement 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 les données sont essentielles à une saine gestion; 3) que la gestion des PCSPM peut être assurée aux paliers 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 ces substances. L'AQEGL n'exige pas la définition de cibles de réduction, mais l'on devrait tenir compte des lignes directrices actuelles et du travail accompli en application des autres annexes.

En 2016, les deux gouvernements ont désigné les polybromodiphényléthers (PBDE) comme [l'un des huit](#) PCSPM. En désignant ainsi les PBDE, les Parties convenaient que ce composé constitue une menace aux Grands Lacs, que les mesures de gestion en vigueur ne suffisaient pas, et que de nouvelles mesures visant à réduire les risques pour le bassin des Grands Lacs étaient nécessaires. Ces mesures possibles sont documentées 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 à la diminution. 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 sont responsables de la mise en œuvre de l'AQEGL. Aux États-Unis, le Bureau du programme national des Grands Lacs (BPANGL) de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (ci-après l'USEPA : *United States Environmental Protection Agency*) coordonne ces efforts. Au Canada, la Direction générale du bureau régional de l'Ontario d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) assure cette coordination.

Les Parties et leurs partenaires peuvent utiliser cette stratégie pour guider choisir, prioriser et mettre en œuvre des mesures de réduction des PCSPM. Seules les mesures à grande échelle sur le terrain permettront d'obtenir des résultats. Il faudra néanmoins du temps pour les appliquer, obtenir des réductions importantes et constater que le milieu aquatique y réagit. Différents facteurs comme les changements climatiques, les sources existantes et les changements dans les activités humaines dans la région rend difficile la prédiction du rythme des changements importants pourraient être observés dans les lacs. La réussite finale de la stratégie dépend des efforts combinés des collectivités de la région des Grands Lacs. La stratégie et sa mise en œuvre seront périodiquement révisées; et il en sera rendu 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 périodiquement la réviser.

Cette stratégie de lutte contre les PBDE comporte une liste de vingt solutions de gestion applicables au Canada ou aux États-Unis, et visant à réduire les rejets de PBDE susceptibles de nuire à la qualité de l'eau. Ces mesures peuvent être utilisées pour définir, soutenir ou coordonner les projets en cours ou nouveaux. 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; suivi, surveillance et autres travaux de recherche; qualité de l'eau domestique. Les Parties s'engagent à intégrer, autant que possible, leurs mesures de la stratégie contre les PCSPM au moment de la prise de décisions relatives aux programmes, au financement et à la dotation. Dans la mesure du possible, ces mesures seront mises en œuvre par des organismes mandatés pour effectuer des travaux dans ces

domaines. Comme l'indique l'AQEGL, les obligations des Parties sont tributaires de l'affectation de fonds conformément à leurs procédures respectives. Certaines interventions de lutte contre les PCSPM pourraient être soutenues par les travaux menés en application d'autres annexes de l'AQEGL par exemple les annexes 2, Aménagement panlacustre, et 10, Science.

## 2 Profil chimique

Le [Rapport sommaire binational : produits ignifuges bromés \(PBDE et HBCD\)](#) rédigé par le Groupe de travail de détermination (GTD) (2015) contient un résumé détaillé des données environnementales et d'autres renseignements pertinents qui furent pris en compte pour désigner les PBDE comme PCSPM. L'Existing Chemicals Program de l'EPA a produit la [version définitive plan d'action pour les PBDE](#) en vertu de la *Toxic Substances Control Act* (TSCA) et le gouvernement du Canada a produit la [version définitive de la Stratégie révisée de gestion du risque pour les PBDE](#) dans le cadre du Plan de gestion des produits chimiques.

### 2.1 Identité chimique

Les PBDE ont une structure commune consistant en hydrocarbures bromés de structure semblable (congénères) comportant de 2 à 10 atomes de brome qui sont attachés à la molécule de diphenyléther (**Figure 1**). Avec cette structure, il est possible en théorie de former 209 composés ou congénères de PBDE. En pratique, seul un sous-ensemble de ces 209 congénères théoriquement possibles existe dans les mélanges commerciaux de PBDE. Les PBDE sont classées en fonction du degré de bromation, le terme « homologue » étant utilisé pour désigner tous les congénères des PBDE comptant le même nombre d'atomes de brome. Les mélanges commerciaux de PBDE produits et commercialisés aux États-Unis étaient composés principalement de trois homologues : le pentabromodiphényléther commercial (PentaBDE; composé principalement de tétraBDE, pentaBDE et hexaBDE), l'octabromodiphényléther commercial (OctaBDE; composé principalement d'hexaBDE, heptaBDE et d'octaBDE) et le décabromodiphényléther commercial (DécaBDE; composé principalement de nonaBDE et de décaBDE). Chaque mélange commercial est associé à différentes utilisations commerciales. Les propriétés chimiques et la toxicité de chaque homologue de PBDE sont différentes (ITT 2015).

Les PBDE sont des analogues très proches des biphenyles polybromés (BPB), d'autres composés ignifuges, et ont des propriétés physiques et chimiques très similaires. Les BPB ont été interdits aux États-Unis en 1976, suite à l'exposition de millions de personnes à des produits agricoles contaminés. Le Department of Health and Human Services des États-Unis a établi que, en se basant sur des études avec des animaux, il est raisonnable d'anticiper que les BPB sont carcinogènes pour les humains (EPA 2014b). L'interdiction des BPB au Canada a commencé en 1979 (Règlement sur les biphenyles polybromés, DORS/79-351) et sont actuellement interdits en vertu du Règlement sur certaines substances toxiques interdites (2012) (DORS/2012-285).

### 2.2 Propriétés physiques et chimiques

Le **Tableau 1** présente différentes propriétés physiques et chimiques des mélanges commerciaux de PBDE. Les PBDE étaient fabriqués et utilisés comme additifs ignifugeants dans une grande variété de produits, notamment les plastiques, les meubles, le rembourrage, l'équipement électrique, les

<sup>1</sup> PentaBDE était vendu sous les noms commerciaux Bromkal 70, Bromkal 70 DE, Bromkal 70 5DE, Bromkal G1, Grands Lacs DE 7, Grands Lacs DE-60F, FR 1205/1215, Pentabrompop, Saytex 115 et Tardex 50. OctaBDE était vendu sous les noms commerciaux DE-79, FR-1208 et Saytex 111. (UNEP 2010)

dispositifs électroniques, les textiles et divers produits ménagers. Les atomes de brome dans les PBDE ont une grande capacité d'éliminer les électrons libres d'autres atomes, qui alimentent partiellement le processus de combustion (Crimmins et coll. 2012). Les PBDE étaient ajoutés aux produits par mélange physique, plutôt que par réaction chimique, ce qui laisse la possibilité que l'ignifugeant puisse être expulsé du produit et se retrouve dans l'environnement (ATSDR 2017).

Les PBDE sont des composés lipophiles et hydrophobes, ce qui les rend plus susceptibles de se bioaccumuler dans les réseaux alimentaires terrestres et aquatiques (GTD 2015).

### 2.3 Devenir, transport et tendances dans l'environnement

Une fois rejetés dans l'environnement, les PBDE peuvent être transportés dans l'atmosphère (le mécanisme principal), dans l'eau ou adsorbés sur les sédiments en suspension (US EPA 2010). Dans l'atmosphère, les PBDE existent à la fois en phase vapeur et en phase particulaire. Les PBDE en phase particulaire peuvent être éliminés de l'atmosphère par déposition humide ou sèche. Les PBDE en phase vapeur peuvent être éliminés de l'atmosphère par déposition humide (lessivage par la pluie ou la neige) et par les échanges air-surface.

La découverte de PBDE dans les écosystèmes polaires et dans les tissus des mammifères marins qui vivent généralement loin de toute source anthropique de PBDE indique que le transport atmosphérique de ces composés est possible sur de grandes distances (GTD 2015). Dans l'eau, les PBDE s'adsorbent fortement sur les sédiments et les solides en suspension dans la colonne d'eau, ce qui peut atténuer la volatilisation des PBDE de l'eau à l'air.

Dans les sols, les PBDE fortement bromés sont généralement immobiles, car leur probabilité de lixiviation dans les eaux souterraines et de volatilisation dans l'atmosphère est très faible (GTD 2015). La volatilisation est plus probable dans les sols à faible teneur en matières organiques (ATSDR 2017). Cependant, les PBDE à faiblement bromés sont plus volatils et donc peuvent se mieux volatiliser du sol à l'air. Il est plus probable de retrouver des PBDE en grandes quantités dans le sol et les sédiments que dans l'eau et dans l'air (Environnement Canada 2011).

### 2.4 Sources et rejets de PBDE dans la région des Grands Lacs

Dans le bassin des Grands Lacs, les sources de PBDE menant à exposition à ces composés sont en grande partie anthropiques, ils peuvent provenir du Canada ou des États-Unis ou d'ailleurs sur le globe et avoir été transportés sur de grandes distances. On a trouvé que la poussière domestique est une source importante d'exposition aux PBDE, 90 % de l'absorption des adultes et des enfants (de 1 à 19 ans) se faisant par inhalation de poussière domestique ou par exposition cutanée (ATSDR 2017).

#### 2.4.1 Utilisations et quantités commercialisées

La production commerciale primaire et l'importation des PBDE ont commencé aux États-Unis à la fin des années 1970 (GTD 2015). Les données historiques sur la production mondiale de PBDE illustrent l'ampleur de la présence des PBDE dans les produits encore utilisés et dans ceux qui ont été mis au rebut. Selon l'EPA (2010), 56 418 tonnes métriques de PBDE ont été produites dans le monde en 2003 (la dernière année de déclaration). Entre 40 000 et 67 000 tonnes métriques ont été produites entre 1999 et 2002. Les PBDE n'ont jamais été fabriqués au Canada, et les fabricants américains ont volontairement retiré du marché américain les mélanges de pentaBDE et d'octaBDE (2004) et presque tout le décaBDE (2013). Cependant, malgré l'arrêt de la fabrication des PBDE et diverses interdictions et restrictions internationales, nationales et infranationales (partie 3), les PBDE peuvent encore être utilisés à diverses fins et des articles en contenant ont pu subsister. La quantité substantielle de produits

contenant des PBDE pour diverses fins qui sont transportés, stockés ou en cours d'élimination continue de contribuer aux rejets de PBDE dans le bassin des Grands Lacs et au-delà.

Entre 2011 et 2013, l'Initiative de restauration des Grands Lacs (IRGL) a financé le Projet de réduction des PBDE dans la région des Grands Lacs, qui visait à quantifier les sources de PBDE dans la région des Grands Lacs et à évaluer les moyens de suivre les réductions (Abbasi et coll. 2014).

Le **Tableau 2** montre les quantités de PBDE estimées dans le bassin des Grands Lacs en 2004 (pentaBDE et octaBDE) et en 2013 (décaBDE) et les produits dans lesquels ils ont été trouvés. Abbasi et al. (2014) ont utilisé la fluorescence X (XRF), la chromatographie en phase gazeuse avec spectrométrie de masse (CG-SM) et les données de vente et de consommation pour estimer qu'environ 40 % des PBDE utilisés dans le bassin des Grands Lacs pendant l'année maximale d'utilisation (2004) seront encore utilisés en 2020.

#### 2.4.2 Sources de rejets

Les principales sources de PBDE dans le bassin des Grands Lacs sont les suivantes (GTD 2015) :

- rejets directs de PBDE et de produits en contenant
- rejets provenant de la fabrication, de la transformation et de l'utilisation des PBDE et des produits les contenant (p. ex., plastiques, textiles)
- rejets attribuables à l'incinération, au recyclage ou à l'élimination des produits contenant des PBDE, ce qui peut comprendre les activités comme le rejet de lixiviat de décharge dans les eaux de surface et la volatilisation lors du déchetage des produits destinés au recyclage
- transport sur de grandes distances dans l'atmosphère.

#### 2.4.3 Les PBDE dans les milieux environnementaux

Il y a une surveillance en cours dans le bassin des Grands Lacs. Il existe certaines données sur la surveillance des PBDE dans l'environnement, elles sont résumées ci-après. On a détecté les PBDE partout dans le monde dans divers milieux environnementaux, les concentrations maximales d'ayant étant observées près des zones urbaines et industrielles.

La **Figure 2** montre l'évolution de la quantité totale (en livre) de décaBDE rejetée dans l'environnement depuis 1998, selon les déclarations. Le programme américain Toxics Release Inventory (TRI) fait le suivi des rejets de certains produits chimiques qui pourraient représenter une menace pour la santé humaine et l'environnement. Les données annuelles sur les rejets et la gestion sont divulguées par les installations industrielles. Cette information est partagée avec le public pour la prise de décisions efficaces et clarifier les tendances. Le TRI surveille les rejets de décaBDE depuis 1988. Les passages qui suivent présentent des données du TRI propres aux types de rejets, ainsi que des renseignements supplémentaires disponibles.

##### 2.4.3.1 Dans l'air

Selon le TRI, des installations américaines de fabrication et de transformation ont rejeté dans l'air environ 1 003 livres de décaBDE en 2016 (USEPA 017b). Aucune donnée pour le pentaBDE et l'octaBDE ne sont disponibles auprès du TRI. Les données du TRI pour 1998 à 2016 présentées dans la **Figure 3** montrent une baisse rapide des rejets de décaBDE dans l'atmosphère.

Le Réseau de mesure des dépôts atmosphériques (RMDA) et le Programme de surveillance des Grands Lacs dans le cadre du Plan de gestion des produits chimiques d'ECCC forment un réseau de surveillance binational en opération depuis 1990. Le RIDA utilise un réseau de stations qui surveillent un ensemble de produits chimiques toxiques persistants dans les précipitations et l'air. La mesure une série de 36 congénères individuels des PBDE (**Tableau 3**). De ces 36 congénères, les plus importants et les plus abondants sont BDE numéros 47, 99, 100, 153, 154, 183 et 209. Les résultats des échantillons d'air et de précipitations prélevés tous les 12 jours à cinq sites près des Grands Lacs entre 2005 et 2011 montrent que la diminution des PBDE dans l'environnement était corrélée avec l'élimination progressive du pentaBDE et de l'octaBDE (CMI 2016). Le RIDA est un programme de surveillance à long terme administré par le Bureau du programme national des Grands Lacs de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis.

Les PBDE sont surveillés par le RIDA et le Réseau BGL depuis 2005. Les concentrations atmosphériques de PBDE sont plus élevées dans les échantillons prélevés près de centres urbains comme Cleveland, Chicago et Buffalo (**Figure 4**). Comme l'ont signalé Liu et coll. (2016), les concentrations de PBDE diminuent généralement avec le temps dans les sites urbains (Chicago et Cleveland), mais elles sont généralement demeurées inchangées dans les sites éloignés (Sleeping Bear Dunes et Eagle Harbor). On a également observé une diminution des concentrations de PBDE au fil du temps à deux sites des Grands Lacs canadiens (lacs Ontario et Huron) (**Figure 5**). Comme l'ont signalé Shunthirasingham et coll. (2018), la diminution des concentrations au site du lac Ontario, qui est plus près d'un centre urbain, a été plus rapide qu'au site voisinant le lac Huron.

L'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) du Canada exige de certaines installations qu'elles déclarent les activités touchant le décaBDE : rejets, élimination et transfert en vue du recyclage. Cette substance avait déjà été importée au Canada à des fins industrielles. En 2015, une installation a déclaré avoir rejeté 25,3 kg de décaBDE (milieu non précisé). Aucune élimination ni transfert aux fins de recyclage n'a été déclaré à l'INRP pour 2015. Au cours des dernières années, les émissions de décaBDE ont diminué en raison des contrôles réglementaires canadiens et de l'élimination progressive de la fabrication du décaBDE aux États-Unis.

Les données de surveillance de l'air au Canada collectées par ECCC montrent que les PBDE sont présents en concentrations plus élevées près des centres urbains. On a notamment mesuré une concentration de 157 pg/m<sup>3</sup> à Hamilton (Ontario) et des concentrations semblables à Edmonton (Alberta) et Toronto (Ontario). Des concentrations beaucoup plus faibles (7 pg/m<sup>3</sup>) ont été trouvées dans un lieu plus éloigné, à savoir Alert au Nunavut (Environnement Canada 2011). Dans le cadre du Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique (PSEA), un programme international, on a surveillé l'atmosphère à long terme depuis les années 1990 à l'aide d'échantillonneurs à grand volume au Canada et dans d'autres pays de la région arctique. La station d'échantillonnage d'Alert au Nunavut, Canada mesure le BDE 47 (tétraBDE) depuis 2002. Les résultats montrent que les concentrations n'ont pratiquement pas changé depuis. On a observé une baisse significative de la concentration atmosphérique de BDE 47 dans les sites européens du PSEA (Finlande, Norvège et Islande). On soupçonne que les concentrations stables mesurées à Alert sont associées à la présence de la station des Forces canadiennes Alert, une base militaire où l'on retrouve des articles traités aux PBDE, ou encore à l'utilisation historique de PBDE généralement beaucoup plus élevée en Amérique du Nord (Hung et coll. 2016).

Les données mondiales sur les PBDE et les produits chimiques de remplacement sont fournies par le Réseau mondial d'échantillonnage atmosphérique passif (EAP) qui, depuis 2005, surveille les PBDE dans

l'air à plus de 60 sites (Rauert et coll. 2018 et ES&T 2018). Le contexte régional et mondial des PBDE et leur transport à grande distance sont également décrits dans le Rapport mondial de surveillance pour la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP) (Harner et coll. 2015).

#### 2.4.3.2 Dans les eaux de surface

Les PBDE peuvent pénétrer dans les eaux de surface par l'intermédiaire des effluents des usines, des effluents d'eaux usées ou du lixiviat des décharges. Selon les données du TRI de 2016, des installations de fabrication et de transformation aux États-Unis ont rejeté environ cinq livres de décaBDE dans les eaux de surface. Cependant, les données du TRI ne sont pas exhaustives, car seuls certains types d'installations sont tenus de déclarer leurs rejets. Comme le montre la **Figure 6**, les données du TRI de 1998 à 2016 montrent une tendance à la baisse rapide des rejets de décaBDE dans les eaux de surface (USEPA 2017b).

Les résultats des travaux récents effectués sur chacun des Grands Lacs pour les PBDE ont révélé des concentrations plus élevées dans la région des Grands Lacs inférieurs, dont les profils spatiaux correspondaient à ceux des produits de consommation qui sont la source principale des PBDE (ECCC et USEPA 2017). Une étude des PBDE dans l'air, les affluents et les effluents des installations de traitement des eaux usées (ITEU) dans la région de Toronto par le ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique (MEACC) de l'Ontario, ECCC et l'Université de Toronto (Melymuk et coll. 2014) a trouvé que les affluents (48 %) et les ITEU (42 %) sont les charges principales dans le lac Ontario. Selon l'étude, les possibilités de réduction des sources résident dans la baisse des stocks actuels de produits contenant des PBDE et encore en utilisation.

#### 2.4.3.3 Dans les sédiments

Des sources telles que les effluents, la déposition atmosphérique et lixiviat des décharges peuvent produire une accumulation de PBDE dans les sédiments. Entre 2009–2010 et 2013–2014, ECCC a prélevé des échantillons de sédiments et analysé leurs teneurs en six sous-groupes de PBDE (triBDE, tétraBDE, pentaBDE, hexaBDE, octaBDE et décaBDE). Il a été montré que la zone de drainage des Grands Lacs (en plus d'autres régions du Canada) contient des concentrations de pentaBDE supérieures à la Recommandation fédérale pour la qualité de l'environnement (RFQE). Toutefois, les concentrations des autres sous-groupes dans le bassin des Grands Lacs étaient inférieures à la RFQE. De plus, les concentrations de décaBDE dans cette région semblent avoir décliné entre les deux périodes d'échantillonnage (ECCC 2017). Le profil des BDE du lac Ontario indique une stabilisation de l'accumulation au cours de la dernière décennie, que l'on pourrait attribuer à la cessation volontaire de la production de ces composés en Amérique du Nord. D'autres études réalisées en parallèle ont toutefois montré que les PBDE totaux, et en particulier le BDE 209 décasubstitué, continuent d'augmenter dans les cinq Grands Lacs et que leur concentration double sur une période allant de 4 à 74 ans (ECCC et USEPA 2017).

Selon les données du TRI de 2016, environ 95 tonnes (207 820 livres) de décaBDE ont été expédiées dans les sites d'enfouissement et les bassins de retenue par des installations de fabrication et de transformation aux États-Unis, mais ces données ne sont pas exhaustives, car seuls certains types d'installations sont tenus de déclarer leurs rejets. Comme le montre la

**Figure 7**, les données du TRI de 1998 à 2016 révèlent une tendance à la baisse des rejets de décaBDE dans les sites d'enfouissement et les bassins de retenue, avec toutefois une augmentation brusque récente (USEPA 2017b).

#### 2.4.3.4 Dans le biote

Le Programme de suivi et de surveillance des poissons des Grands Lacs de l'EPA (*Great Lakes Fish Monitoring and Surveillance Program*) a mesuré les concentrations de PBDE dans les poissons prédateurs des niveaux trophiques supérieurs. Les données indiquent que les concentrations de PBDE dans le touladi et le doré jaune ont augmenté continuellement jusqu'au début des années 2000 pour ensuite commencer à diminuer (ECCC et USEPA 2017). Dans de la « National Coastal Condition Assessment » (NCCA) de 2010, l'EPA des États-Unis a mené la première étude sur la santé humaine visant à fournir des données statistiques sur les produits chimiques toxiques dans les poissons des Grands Lacs. Pour l'étude *Great Lakes Human Health Fish Tissue Study* (GLHHFTS), l'EPA des États-Unis a collecté des échantillons de poissons communément consommés par les humains à 157 des 225 sites d'échantillonnage statistiquement représentatifs côtiers des Grands Lacs (environ 30 échantillons de poissons par lac) et a analysé la peau sur le filet (muscle) à la recherche de produits chimiques toxiques, y compris les PBDE. On a détecté des PBDE dans les 157 échantillons, mais la valeur de dépistage pour la santé humaine de 210 ppb pour les PBDE a été dépassée dans moins de 1 % de la superficie côtière des Grands Lacs échantillonnée (4 282 milles carrés) (USEPA 2016d).

Dans le cadre du Programme national de suivi et de surveillance des contaminants dans le poisson des Grands Lacs, ECCC a réalisé des mesures annuelles des PBDE chez les poissons prédateurs des niveaux trophiques supérieurs dans 11 bassins versants partout au Canada depuis 2005. Ce programme de suivi échantillonne 12 emplacements dans la région des Grands Lacs. On a déterminé les concentrations de poissons du lac Ontario depuis 1997 en utilisant des spécimens conservés par la Banque nationale de spécimens biologiques aquatiques (BNSBA). Selon les données les plus récentes disponibles (2012), la concentration de pentaBDE dans tous les spécimens de touladi et de doré jaune prélevés dans le bassin versant des Grands Lacs était supérieure aux RFQE soit 1,0 ng/g de poids humide. Toutefois, la tendance générale de 1997 à 2012 indique une baisse marquée des concentrations de pentaBDE dans le touladi du lac Ontario, soit environ 4,5 % par année (**Figure 8**) (ECCC 2017). On a également observé des baisses semblables des concentrations à de tétraBDE et d'hexaBDE dans le touladi du lac Ontario.

Dans une étude du MEACC et de l'Université de Windsor (Gandhi et coll. 2017) ont mesuré les PBDE dans les parties comestibles des poissons des Grands Lacs, afin d'examiner les tendances et d'évaluer les conséquences de l'exposition humaine. Ce sont dans la carpe commune et le meunier noir qu'ils ont retrouvé les plus fortes concentrations de  $\Sigma$ PBDE (de 27 à 71 ng/g). Le touladi et le grand corégone du lac Supérieur présentaient des concentrations plus élevées que dans les poissons des mêmes espèces dans les autres Grands Lacs. Sinon, selon la tendance spatiale, le lac Ontario présentait les concentrations les plus élevées. Les résultats ont montré qu'une restriction de la consommation du poisson ne serait nécessaire que pour la carpe commune dans le secteur riverain de Toronto, qui est à proximité de la région la plus urbanisée du côté canadien du bassin. Le principal congénère chez les crapets était le décaBDE, tandis que le tétraBDE était le principal congénère chez les prédateurs des niveaux trophiques supérieurs et sa contribution aux  $\Sigma$ PBDE augmentait avec la contamination. Les concentrations des principaux PBDE peu bromatés semblaient avoir diminué dans les filets de poisson de 46 % à 74 % entre 2006-2007 et 2012. L'étude a conclu que même si les produits de consommation contenant des PBDE continueront d'être en utilisation pendant un certain temps, cela ne devrait probablement pas entraîner une accumulation appréciable de PBDE dans le poisson. D'après cette évaluation globale, les auteurs déclarent que la surveillance régulière des PBDE chez les poissons des Grands Lacs peut être remplacée par une surveillance ciblée, et on pourrait alors cibler d'autres substances ignifugeantes utilisées.

Selon les tendances temporelles (1982 à 2006) des  $\Sigma$ PBDE dans les œufs de goélands argentés collectés dans six colonies de la région des Grands Lacs, les concentrations de congénères provenant principalement de mélanges de pentaBDE et d'octaBDE (p. ex., BDE 47, 99 et 100) ont connu une augmentation rapide jusqu'en 2000, mais sans autre tendance à la hausse entre 2000 et 2006 (Gauthier et coll. 2008). Dans une étude plus récente (Su et coll. 2015), les concentrations de  $\Sigma$ PBDE dans les œufs prélevés en 2012 aux mêmes six sites étaient généralement inférieures à celles mesurées en 2006. La concentration moyenne de  $\Sigma$ PBDE de 425 ng/g en poids humide dans les six colonies en 2012 était de 33 % inférieure à la concentration moyenne de 629 ng/g en poids humide mesurée pour les six mêmes colonies en 2006. Cependant, les bassins d'œufs de goélands, d'après la campagne de prélèvement en 2012, présentaient des concentrations supérieures de décaBDE (BDE 209) par rapport aux bassins d'œufs prélevés précédemment à ces mêmes six colonies. Dans les œufs prélevés en 2006, la concentration de décaBDE allait de 4,5 à 20 ng/g en poids humide (Gauthier et coll. 2008), tandis que Su et coll. (2015) ont mesuré des concentrations comprises entre 7,46 et 51,2 ng/g en poids humide dans les œufs prélevés en 2012.

## 2.5 Synthèse des risques

Aux États-Unis, la principale voie d'exposition aux PBDE est l'ingestion de poussière contaminée dans les environnements intérieurs et, dans une moindre mesure, l'exposition cutanée à ces poussières. Ces voies d'exposition représentent 80 à 90 % de l'exposition humaine aux États-Unis, tandis que les 10 à 20 % restants sont attribuables à l'ingestion d'aliments contaminés, y compris les poissons gras et le lait maternel. Le National Center for Environmental Assessment (NCEA) de l'EPA a calculé que la dose de PBDE totaux absorbée par un adulte était de 7,1 ng/kg poids corporel/jour. On a également estimé que l'absorption par les enfants est de 47,2 ng/kg poids corporel/jour pour les enfants de 1 à 5 ans, de 13,0 ng/kg poids corporel/jour pour les enfants de 6 à 11 ans et de 8,3 ng/kg poids corporel/jour pour les adolescents de 12 à 19 ans (USEPA 2010). La dose beaucoup plus élevée chez les enfants de 1 à 5 ans était en grande partie attribuable à l'ingestion plus élevée de sol et de poussière dans ce groupe d'âge. L'eau potable n'est pas une voie d'exposition importante pour les PBDE, car ces composés se lient très fortement aux sédiments et au sol (ATSDR 2017).

Les études sur les rongeurs ont indiqué que les principaux effets sur la santé associés à l'exposition aux PBDE comprennent la toxicité pour le neurodéveloppement, la perte de poids, la toxicité pour les reins, ainsi que les troubles thyroïdiens, hépatiques et cutanés, qui peuvent avoir des répercussions sur la santé humaine. Il est prouvé que les PBDE agissent comme perturbateurs endocriniens et se déposent dans les tissus adipeux humains (CMI 2016).

## 3 Politiques, règlements et programmes existants de gestion et de contrôle des PBDE

### 3.1 États-Unis

#### 3.1.1 Lois et règlements actuels

En 2006, deux ans après l'élimination progressive volontaire des mélanges du pentaBDE et de l'octaBDE, l'EPA des États-Unis a annoncé la mise en place d'une règle complémentaire (74 FR 34015) pour les nouvelles activités (RNAc) visant les PBDE. Selon cette règle, quiconque entend fabriquer ou importer un produit ou un mélange chimique contenant du pentaBDE ou de l'octaBDE doit en aviser l'EPA au moins 90 jours à l'avance. Cet avis préalable permettra à l'EPA d'évaluer l'utilisation prévue du produit ou du mélange chimique pour déterminer s'il doit être limité ou interdit.

En 2012, l'EPA a annoncé une proposition visant à modifier la règle sur les nouvelles activités afin d'inclure d'autres nouvelles utilisations importantes : 1) la transformation de toute combinaison de congénères du pentaBDE et de l'octaBDE; 2) la fabrication, l'importation ou la transformation du décaBDE; 3) la fabrication, l'importation ou la transformation de tout article auquel des PBDE ont été ajoutés. L'EPA a également proposé une règle provisoire selon la TSCA concernant le pentaBDE, l'octaBDE et le décaBDE, qui nécessiterait l'obtention d'information pour déterminer les effets, sur la santé et l'environnement, de la fabrication, de la transformation de ces trois mélanges de PBDE ou des autres activités les mettant en cause. Cette règle provisoire devait être promulguée seulement si la fabrication, l'importation ou la transformation de ces mélanges de PBDE n'avait pas cessé au 31 décembre 2013 (USEPA 2017a). Cependant, à ce jour, aucune de ces règles n'a été finalisée. Il n'y a pas d'interdiction explicite du décaBDE, d'autres congénères du pentaBDE et de l'octaBDE ou de produits contenant des PBDE.

La liste du plan de travail relatif au TSCA pour les évaluations chimiques en 2014 comprenait les décaBDE. Le Plan de travail de la TSCA pour les évaluations chimiques indique les produits chimiques aux fins d'évaluation par l'EPA dans le cadre de son programme de sécurité chimique. Le processus de présélection pour la désignation de ces produits chimiques repose sur une combinaison des caractéristiques relatives au danger, à l'exposition (par les utilisations), à la persistance et à la bioaccumulation. Ce processus est décrit dans le document sur les méthodes relatives aux produits chimiques du Plan de travail du TSCA.

La TSCA a été modifiée en 2016 par la *loi Frank R. Lautenberg Chemical Safety*, en vertu de laquelle l'EPA est tenue d'évaluer le risque posé par les produits chimiques, avec des délais de décision clairs et exécutoires. Cette loi exigeait que les nouveaux produits chimiques fassent l'objet d'une évaluation de sécurité avant leur mise en marché. Dans le cadre du nouveau TSCA, l'EPA a annoncé qu'elle accélérerait les mesures visant à réduire l'exposition à cinq produits persistants, bioaccumulables et toxiques (PBT), dont l'un était le décaBDE. Conformément au nouveau mandat de la TSCA concernant les produits PBT, l'EPA évalue actuellement l'utilisation de ces cinq produits chimiques et l'exposition à ceux-ci. Si l'EPA détermine que l'exposition des humains ou de l'environnement à un ou plusieurs de ces produits chimiques était probable, l'agence émettrait des règlements pour en réduire l'exposition autant que possible.

Depuis l'annonce de l'EPA en 2016, l'EPA a diffusé en août 2017 un [document sur l'utilisation](#) pour le décaBDE. Le document sur l'utilisation fournit un résumé préliminaire des renseignements disponibles recueillis par l'EPA quant à la fabrication (et l'importation), la transformation, la distribution dans le commerce, l'utilisation et l'élimination du décaBDE. Il s'appuie sur les données existantes auxquelles l'EPA a eu accès, notamment les renseignements recueillis dans le cadre de la règle de déclaration des données concernant les produits chimiques, les renseignements provenant d'autres bases de données de l'Agence et d'autres organismes du gouvernement des États-Unis, les informations publiques des gouvernements des états et une étude des publications scientifiques. De plus, en septembre 2017, l'EPA a organisé un webinaire présentant des renseignements sur l'utilisation pour les produits chimiques persistants, bioaccumulables et toxiques (PBT), dans le cadre du paragraphe 6(h) de la TSCA. Ce webinaire fournissait le contexte des nouvelles exigences relatives aux produits chimiques PBT dans le cadre du TSCA révisé, et expliquait aux parties intéressées le processus collecte de renseignements sur l'utilisation et l'exposition pour les cinq produits chimiques PBT. Plus récemment, en juin 2018, l'ébauche de [l'évaluation de l'exposition et de l'utilisation](#) a été diffusée aux fins d'examen par les partis et de commentaires publics.

Quatre états qui jouxtent les Grands Lacs, soit l'Illinois, le Michigan, le Minnesota et New York, ont interdit la fabrication, la transformation ou la distribution de produits ou de parties ignifugeantes d'un produit contenant plus de 0,1 % de pentaBDE et d'octaBDE. Le Michigan et le Minnesota ont exempté de cette interdiction les sous-tapis et les véhicules d'occasion. À compter du 1<sup>er</sup> juillet 2018, la loi du Minnesota interdira la fabrication ou l'importation de meubles, des rembourrages et de produits pour enfants contenant plus de 0,1 % de décaBDE. De plus, une interdiction de vente de ces produits au Minnesota entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2019. Trois autres états jouxtant les Grands Lacs, la Pennsylvanie, l'Ohio et le Wisconsin n'ont pas imposé de réglementation relative aux PBDE. Cependant, la Pennsylvanie et le Wisconsin ont des lois exigeant le recyclage obligatoire des produits électroniques et ils interdisent la mise à la décharge ou l'incinération des produits électroniques (CMI 2016), ce qui peut empêcher les PBDE présents dans les produits électroniques de pénétrer dans l'environnement à partir de ces sources et de cette manière.

Plusieurs États éloignés de la région des Grands Lacs réglementent également les PBDE (Californie, Hawaï, Maine, Maryland, Rhode Island, Oregon et Washington). En 2008, la Californie a commencé à interdire la fabrication, la transformation et la distribution de produits ou de parties ignifugeantes de produit contenant plus de 0,1 % de pentaBDE et d'octaBDE. En 2008 également, la législature de l'État de Washington a interdit la fabrication, la vente et la distribution de produits contenant des PBDE, sauf quelques exceptions pour l'équipement de transport, les dispositifs médicaux et certains matériaux recyclés. L'État de Washington interdit également la présence de décaBDE dans les matelas, les téléviseurs, les ordinateurs et les meubles rembourrés à usage résidentiel (Washington State Department of Health 2017).

### 3.1.2 Mesures de prévention de la pollution

L'EPA et certains États ont instauré des programmes de prévention de la pollution (P2) qui visent à réduire, à éliminer ou à prévenir la pollution à la source. On prévoit qu'avec l'accumulation de données sur les PBDE dans le TRI, et grâce aux recherches sur les produits ignifugeants de remplacement, les programmes P2 visant des PBDE entreront en vigueur aux États-Unis à l'avenir.

#### 3.1.2.1 Produits de remplacement des PBDE

Dans le cadre du [PBDEs Action Plan de l'EPA](#) (Plan d'action sur les PBDE de 2009), le programme Design for the Environment de l'EPA a reçu le mandat recenser et de comparer les substances ignifuges pouvant remplacer le décaBDE sur les plans de la santé humaine et de l'environnement. Le 29 janvier 2014, l'EPA a publié la version définitive du document [An Alternatives Assessment for the Flame Retardant Decabromodiphenyl Ether \(DecaBDE\)](#), dans lequel on évaluait 29 produits fonctionnels et viables pouvant remplacer le décaBDE (USEPA 2014a). L'étude a examiné trois principaux types d'ignifugeants : les ignifugeants halogénés (y compris les composés bromés), les ignifugeants à base de phosphore ou d'azote et les ignifugeants inorganiques.

Bien que de nombreux produits de remplacement des PBDE aient leur propre historique d'utilisation, certains d'entre eux ont commencé à être détectés dans des échantillons prélevés dans l'environnement. Les concentrations atmosphériques de tétrabromobenzoate (TBB) et de tétrabromophthalate (TBPH) ont également augmenté dans la région des Grands Lacs (Liu et coll. 2016). On a également constaté qu'un autre produit de remplacement (le tétrabromobisphénol-A) était bioaccumulable dans la chaîne alimentaire des goélands argentés (Su et coll. 2015), et d'autres ignifugeants à base d'esters bromés et organophosphatés ont été détectés dans l'eau des Grands Lacs (Venier et coll. 2014). Shunthirasingham et coll. (2018) ont également constaté que l'on détectait fréquemment dans l'air du bassin des Grands Lacs des ignifugeants halogénés nouveaux, à savoir le 2-

(allyloxy)-2,4,6-tribromobenzène (TBP-AE), l'hexabromobenzène (HBBz), le pentabromotoluène (PBT), l'anti-déchlorane plus (anti-DDC-CO) et le syn-déchlorane plus (syn-DDC-CO). Les concentrations de syn-DDC-CO et d'anti-DDC-CO sont en diminution à Point Petre, tandis que les concentrations des autres ignifugeants sans PBDE, comme le TBP-AE, le PBT et le HBBz sont en hausse.

La toxicité de la plupart des produits ignifugeants pouvant remplacer les PBDE est inconnue (CMI 2015a). Les problèmes et les défis associés aux produits chimiques de remplacement des PBDE et leur potentiel à se comporter comme des POP ont été soulevés à l'échelle mondiale dans le cadre de la Convention de Stockholm sur les POP (Harner et coll. 2015, Daniel et coll. 2018). Les évaluations à venir sur les solutions de rechange pourraient tenir compte de la pertinence de recourir aux ignifuges chimiques et décider si d'autres options (p. ex. la reformulation des produits) pourraient être retenues en vue de satisfaire à certains des besoins, voire à tous (CMI 2016; GLWQB 2017).

### 3.1.3 Mesures de gestion des risques

L'initiative américaine de restauration des Grands Lacs (IRGL), qui est entrée en vigueur en 2010, octroie des fonds destinés à accélérer les efforts de protection et de restauration de l'écosystème des Grands Lacs. Par cette initiative, le Bureau du programme national des Grands Lacs (BPANGL) contribue au retrait des sédiments contenant des polluants en vertu de la *Great Lakes Legacy Act* (GLLA). La GLLA a donné lieu à un programme d'application volontaire et à coûts partagés visant à assainir les sédiments contaminés dans 43 secteurs préoccupants des Grands Lacs. Entre 2004 et 2015, la GLLA a permis d'assainir plus de 4 millions de verges cubes (3 millions de mètres cubes) de sédiments contaminés (USEPA 2016a).

### 3.1.4 Suivi, surveillance et autres travaux de recherche

Des activités de suivi et de surveillance visant les Grands Lacs ont été entreprises par plusieurs intéressées aux États-Unis. Des instances locales, régionales, institutionnelles, tribales et fédérales mènent, depuis plusieurs années, des études indépendantes et coopératives pour évaluer la condition et l'état des Grands Lacs.

La majeure partie des données recueillies a été versée dans une base de données environnementales sur la région des Grands Lacs (*Great Lakes Environmental Database* – GLENDa) et [Data Viz du RIDA](#). C'est dans cette base de données maintenue par le BPANGL que sont déposées et stockées les données sur l'environnement. Les données sur l'air, l'eau, le biote et les sédiments sont toutes compilées dans ces systèmes, à l'intention des utilisateurs de données concernant les Grands Lacs (USEPA 2016b). De plus, la US Geological Survey (USGS) a mis au point un autre outil de consultation de base de données, le « [Science in the Great Lakes \(SiGL\) Mapper](#) », qui aux parties intéressées par les Grands Lacs de coordonner et de réaliser des activités collaboratives de surveillance et de restauration pour les Grands Lacs en collaboration (USEPA 2015). Ces bases de données permettent aux chercheurs d'exploiter les données historiques de toute la région pour mettre en lumière les relations chimiques, biologiques et physiques complexes pouvant servir à élaborer des méthodes perfectionnées de repérage des sources de pollution et des interventions d'assainissement.

*Travaux particuliers visant les Grands Lacs.* L'article 118 du *Clean Water Act* (loi américaine sur l'eau saine) confie à l'EPA, par l'intermédiaire du BPANGL, le mandat d'établir un réseau de surveillance systémique des Grands Lacs en vue de surveiller la qualité de l'eau des Grands Lacs en insistant particulièrement sur le suivi des polluants toxiques. Dans le cadre de sa mission principale, le BPANGL exploite un bon nombre de programmes de surveillance de produits chimiques toxiques dans les milieux des Grands Lacs (poissons, air, sédiments, eau et tissus). Ces programmes à long terme sont axés sur le

suivi des tendances en matière de polluants environnementaux, notamment les PBDE, dans tout le bassin afin d'évaluer la santé de l'environnement.

En outre, le BPANGL contribue aux travaux portant sur les produits chimiques toxiques (dont les PBDE) menés par d'autres partenaires au moyen de subventions, d'accords entre les agences et de collaborations afin de régler les problèmes posés par les substances chimiques qui affectent la santé humaine. Le BPANGL rend compte du résultat des programmes et des projets au moyen de divers mécanismes, dont les rapports sur l'état des Grands Lacs, des plans d'aménagement panlacustre et la publication d'articles revus par des pairs. Les données sont rendues publiques sur les sites Web et dans les bases de données de l'EPA, notamment GLENDa et Data Viz du RIDA.

### 3.1.5 Lignes directrices et normes américaines

Les États-Unis disposent de plusieurs normes et lignes directrices concernant les concentrations de PBDE dans l'air, pour l'ingestion et pour ce qui est de l'exposition par voie orale (**Tableau 4**).

## 3.2 Canada

Même si les PBDE n'ont jamais été produits au Canada, ils y ont été abondamment importés sous forme de mélanges commerciaux et ajoutés à divers produits vendus et utilisés au Canada.

### 3.2.1 Mesures fédérales de gestion des risques

Pour interdire la fabrication des PBDE au Canada et en restreindre grandement leur utilisation, le gouvernement du Canada a adopté le *Règlement sur les polybromodiphényléthers* (DORS/2008-218) en 2008. Ce règlement interdit la fabrication au Canada de tétraBDE, de pentaBDE, d'hexaBDE, d'heptaBDE, d'octaBDE, de nonaBDE et de décaBDE. En outre, l'utilisation, la vente, la commercialisation et l'importation de tétraBDE, de pentaBDE et d'hexaBDE et des mélanges, polymères et résines qui en contiennent sont aussi interdites.

Le *Règlement modifiant le Règlement sur certaines substances toxiques interdites (2012)* comporte des mesures additionnelles visant les PBDE (ECCC 2016). Les modifications élargissent l'interdiction à tous les PBDE (y compris le décaBDE) et les produits les contenant, sauf les articles manufacturés. La version originale du *Règlement sur les polybromodiphényléthers* a été remplacée par le règlement modifié lors de son entrée en vigueur le 23 décembre 2016.

### 3.2.2 Mesures de prévention de la pollution

À l'heure actuelle, le gouvernement du Canada renforce ses connaissances sur les pratiques de gestion des risques relatifs à la fin de vie de diverses substances, et sur la présence et le rejet potentiel de substances toxiques ou d'autres substances préoccupantes dans les installations de gestion des déchets au Canada. En 2018, le Canada a lancé l'Initiative de protection des Grands Lacs (IPGL), un programme de financement conçu pour aider à répondre aux engagements pris dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau des Grands Lacs. L'un des domaines prioritaires de l'IPGL est la réduction des rejets de PCSPM (notamment de PBDE) dans les Grands Lacs par des sources canadiennes, au moyen de projets qui apportent un soutien au-delà des mesures de conformité et des approches novatrices.

### 3.2.3 Suivi, surveillance et autres travaux de recherche

ECCC réalise des activités de surveillance des PBDE dans l'air, les poissons, les œufs de goélands argentés et d'étourneaux sansonnets et autres espèces sauvages sentinelles, les sédiments et l'eau, dans le cadre de différentes initiatives, y compris le Plan de gestion des produits chimiques. Dans le cadre des activités concernant le programme des Grands Lacs, ECCC et le MEACC réalisent des

évaluations détaillées des eaux de surface, des sédiments de surface et des carottes de sédiments pour un seul Grand Lac chaque année, à tour de rôle. Des échantillons additionnels d'eau et de sédiments sont également prélevés dans les chenaux de raccordement du lac évalué au cours d'une année donnée. Cette évaluation annuelle couvre un large éventail de contaminants, et inclura les PBDE à des lieux et dans des milieux choisis.

Les résultats sont abondamment diffusés, y compris dans les rapports gouvernementaux (p. ex., [Polybromodiphényléthers dans l'environnement canadien](#)), les articles révisés par les pairs (p. ex., les articles auxquels il est fait référence par le GTD). De plus, les données sur le Réseau BGL sont disponibles sur le Portail du gouvernement ouvert d'ECCC.

Depuis sa création en 1993, l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) fait le suivi des rejets, de l'élimination et des transferts par l'industrie du décaBDE (n° de registre du CAS 1163-19-5) de sources industrielles. Plus particulièrement, les installations doivent déclarer annuellement à l'INRP, les rejets, éliminations et transferts aux fins de recyclage du décaBDE, si elles satisfont aux critères suivants de déclaration :

- l'installation compte au moins 10 employés équivalents temps plein
- l'installation a fabriqué, transformé ou autrement utilisé 10 tonnes ou plus de décaBDE à une concentration d'au moins 1 % en poids.

### 3.2.4 Normes et lignes directrices canadiennes en matière de qualité de l'environnement au Canada

Les Recommandations fédérales et les directives provinciales sur la qualité de l'environnement pour les PBDE ont été élaborées par Environnement et Changement climatique Canada et le ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario (MEACC de l'Ontario), respectivement.

Les RFQE ont été fixées au Canada pour certains congénères de PBDE dans l'eau, les tissus des poissons, les sédiments, la faune (poissons et œufs d'oiseaux) afin de déterminer l'importance écologique des concentrations de PBDE dans l'environnement. Ces RFQE servent de point de référence pour les écosystèmes aquatiques et visent à protéger la vie aquatique sous toutes ses formes (vertébrés, invertébrés et végétaux) contre les effets nocifs directs. Les RFQE pour les PBDE sont présentées au **Tableau 5**. Lorsque les RFQE sont respectées, le risque d'effets nocifs associés aux utilisations protégées est faible (p. ex., vie aquatique ou terrestre qui consomme des PBDE). L'utilisation des Recommandations est volontaire à moins d'être exigée par un permis ou tout autre outil de réglementation.

## 3.3 Coordination binationale

### 3.3.1 Plans d'action et d'aménagement panlacustres

Le programme des plans d'action et d'aménagement panlacustre (PAAP) coordonne les efforts visant à évaluer, à restaurer, à protéger et à surveiller l'état de santé des écosystèmes de chacun des Grands Lacs (USEPA 2004, USEPA 2016c). Les PCSPM seront considérés comme une priorité future aux fins de surveillance dans le programme PAAP visant le lac Supérieur (Lake Superior Partnership 2016). Les autres PAAP sont en cours d'examen, on déterminera leurs priorités en matière de surveillance, et on considérera éventuellement les PCSPM.

### 3.3.2 Réseau de mesure de la déposition atmosphérique (RIDA) aux États-Unis, et Réseau de contrôle et de surveillance du bassin des Grands Lacs (BGL) au Canada

Des stations de surveillance atmosphérique à long terme sur les rives de la région des Grands Lacs aux États-Unis et au Canada sont exploitées depuis 1990. Le Réseau de mesure de la déposition atmosphérique (RIDA) a été créé en 1990 dans le cadre d'un effort canado-américain visant à soutenir l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans la région des Grands Lacs. Les activités de suivi et de surveillance du Canada, dans le cadre du Réseau BGL et du Plan de gestion des produits chimiques, fournissent des données et des mesures à cet effort conjoint. Les programmes sont respectivement gérés par USEPA et ECCC.

Le RIDA et le GLB ont pour objectif : (i) de mesurer l'évolution spatiale et temporelle des produits chimiques toxiques dans l'air au-dessus des Grands Lacs, (ii) d'estimer les charges atmosphériques des produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et (iii) de découvrir les sources et les régions où elles se trouvent. Les programmes servent aussi à découvrir de nouvelles menaces chimiques aux Grands Lacs.

Les programmes des deux réseaux, RIDA et BGL, élaborent constamment des méthodes pour détecter les composés d'intérêt nouveaux et émergents. Les méthodes pour les polybromodiphényléthers (PBDE) ont été mises en œuvre avec succès depuis leurs ajouts à la liste des analytes régulièrement surveillés en 2005. Les données du RIDA sont mises à la disposition du public dans la base Data Viz du RIDA, et les données du Réseau BGL sont disponibles sur le Portail du gouvernement ouvert d'ECCC.

### 3.3.3 Initiative des sciences coopératives et de surveillance

L'un des aspects qui composent l'AQEGL est la formation d'un groupe de travail sur l'Initiative des sciences coopératives et de surveillance (ISCS) par le biais de l'Annexe 10. L'ISCS a pour mission de mettre en œuvre une initiative canado-américaine visant à donner aux gestionnaires dans les domaines de l'environnement et de la pêche, les connaissances techniques et les données de surveillance nécessaires pour la prise de décisions sur la gestion de chacun des Grands Lacs. Un Lac est visité chaque année, selon un cycle quinquennal, et l'année suivante une campagne exhaustive est réalisée sur le terrain dans le cadre de l'ISCS. En se concentrant ainsi sur un des Grands Lacs chaque année, on peut cibler les activités scientifiques et le suivi pour obtenir les informations nécessaires, mais qui ne sont pas recueillies dans le cadre des activités habituelles des organismes. De plus, il est possible de coordonner des évaluations scientifiques particulières. Chaque partenariat affecté à un Lac définit les données scientifiques nécessaires en fonction du calendrier de l'ICSS, puis le groupe de travail met en œuvre ses recommandations le cas échéant.

## 3.4 Scène internationale

Plusieurs cadres ont été établis au niveau international afin de limiter la disponibilité, l'utilisation, le rejet et le nombre total de sources de PBDE.

### 3.4.1 Programme des Nations Unies pour l'environnement : Conventions de Stockholm et de Bâle

La Conférence des Parties (COP) à la Convention de Stockholm sur les POP a décidé, à sa quatrième réunion en 2009, d'inscrire le tétraBDE, le pentaBDE, l'hexaBDE et l'heptaBDE à l'annexe A avec des exemptions précises. En outre, à sa huitième réunion en 2017, le COP a décidé d'ajouter le décaBDE à l'annexe A avec des exemptions précises. La Convention, qui est entrée en vigueur en 2004, a pour objectif de protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs des POP. L'inscription d'une substance à l'annexe A vise à en cesser la fabrication, l'utilisation, l'importation et l'exportation. Le Canada a signé et a ratifié la Convention en 2001. Les États-Unis ont signé la Convention, mais ne

l'ont pas encore ratifiée, acceptée, approuvée ni adoptée, et par conséquent la Convention n'est pas encore entrée en vigueur aux États-Unis. Le Canada a ratifié l'inscription du tétraBDE, du pentaBDE, de l'hexaBDE et de l'heptaBDE à l'annexe A en avril 2011, et s'acquitte de ses obligations par l'intermédiaire du Règlement sur certaines substances toxiques interdites, 2012 (DORS/2012-285).

Une activité clé de la Convention de Stockholm sur les POP est le Plan mondial de surveillance, qui rend compte de la présence des POP dans les principaux milieux (l'air, ainsi que le lait et sang humain) selon un cycle de six ans. Ces données fournissent un contexte mondial pour interpréter les tendances spatiales et temporelles concernant les PBDE et elles donnent une idée de l'efficacité des mesures de contrôle mises en œuvre au sujet des PBDE (Daniel et coll. 2018).

Alors que la Convention de Stockholm s'intéresse au contrôle de la production et de l'utilisation des POP, la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination porte sur la gestion des POP lorsqu'ils deviennent des déchets. Il incombe aux Parties à la Convention de Bâle de veiller à ce que les mouvements transfrontières des déchets dangereux et autres, tels que les PBDE, soient réduits au minimum, à ce que les mouvements transfrontières soient déclarés et à s'assurer de leur élimination d'une façon respectueuse de l'environnement. Le Canada a signé et ratifié la Convention de Bâle en 1992. Les États-Unis ont signé la Convention en 1990, mais ne l'ont pas encore ratifiée. Dans le cadre de la Convention de Bâle, des directives techniques ont été élaborées pour assurer la gestion écologique des PBDE et des déchets contenant des PBDE ou contaminés par ceux-ci. Les directives techniques constituent la base sur laquelle les pays peuvent réaliser leurs activités à un niveau qui n'est pas moins respectueux de l'environnement que celui exigé par la Convention de Bâle (Convention de Bâle 2017).

### 3.4.2 Directive européenne visant à limiter l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques

La Directive européenne visant à limiter l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (RoHS) dans l'Union européenne cherche à limiter l'utilisation de plusieurs substances chimiques dangereuses provenant de déchets d'équipements électroniques et électriques (EEE), y compris les PBDE. La Directive stipule qu'il ne doit pas y avoir plus de 0,1 % de PBDE (en poids) dans les EEE, et que les producteurs d'EEE doivent démontrer qu'ils respectent la Directive dans leur documentation technique, laquelle doit comprendre les schémas de conception et de fabrication, les spécifications techniques et les rapports d'essai (CMI 2015b).

### 3.4.3 Commission européenne : Règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des produits chimiques

Le Règlement sur l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), oblige tous les fabricants de produits chimiques qui produisent plus d'une tonne métrique par année à fournir une documentation technique sur les propriétés des produits chimiques, ainsi que les risques qu'ils présentent. Dans le cas des produits chimiques considérés comme des « substances très préoccupantes » (SVHC), dont le décaBDE, les fabricants doivent obtenir une autorisation pour chaque utilisation, démontrer qu'il existe des mesures de gestion des risques, et prouver que les avantages socioéconomiques du produit chimique l'emportent sur les risques.

### 3.4.4 Règlement (UE) n° 757/2010 de la Commission du 24 août 2010 modifiant les annexes I et II du Règlement (CE) n° 850/2004 du Parlement européen et du Conseil concernant les polluants organiques persistants

Dans le cas du tétraBDE, du pentaBDE, de l'hexaBDE et de l'heptaBDE, une exemption des mesures de réduction s'applique dans l'UE lorsque ces composés sont présents en quantité inférieure ou égale à 10 ppm dans les substances, préparations, articles ou constituants de parties ignifugeantes d'articles. Si une préparation ou un article est fabriqué à partir de matériaux recyclés, c'est-à-dire des matériaux préparés à partir de déchets, la limite est de 1000 ppm. Il existe également une exemption pour les équipements électriques et électroniques visés par le champ d'application de la Directive 2002/95/EC.

Dans le cas du décaBDE et de l'octaBDE, la concentration limite est de 0,1 % en poids.

## 4 Analyse des lacunes

Dans le cadre de l'examen des PBDE en vertu de l'annexe 3 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans la région des Grands Lacs, le GTD des PCSPM recommandait ce qui suit : 1) continuer la surveillance de l'air, des sédiments, des poissons prédateurs des niveaux trophiques supérieurs et des œufs des goélands argentés et des étourneaux sansonnets afin d'établir les tendances à long terme, de protéger la santé humaine par la publication d'avis de consommation du poisson, et à évaluer le transport atmosphérique et les charges vers les Grands Lacs et 2) mener d'autres travaux de recherche sur les effets des sous-produits de dégradation des PBDE (c.-à-d. les congénères bromés inférieurs des BDE), en particulier à long terme. Ce rapport provisoire, publié en septembre 2015, indiquait que « des données supplémentaires sur les tendances temporelles des concentrations de BDE et de HBCD dans une variété de matrices et de lieux sont nécessaires avant de pouvoir pleinement évaluer le statut actuel de ces composés, et l'incidence de la réglementation sur les différents composés ignifuges et de l'évolution des modèles de leur utilisation doit être déterminée. » (GTD 2015)

Il existe plusieurs inconnues sur les sources non quantifiées de PBDE, tant au Canada qu'aux États-Unis. Aucun des deux pays ne dispose d'un registre exhaustif des fabricants, transformateurs ou utilisateurs de PBDE ou de produits en contenant. De plus, aucune référence ni aucun outil n'indique quels produits, parmi ceux qui sont fabriqués ou importés dans le bassin des Grands Lacs, contiennent des PBDE, et quelle serait leur concentration dans chaque produit. Connaître le nombre de produits contenant des PBDE qui pénètrent dans le bassin des Grands Lacs aiderait non seulement à gérer les risques potentiels liés aux activités mettant en cause des PBDE ou des produits en contenant, mais aiderait également les parties intéressées à faire des choix plus éclairés pour ce qui est de l'achat de produits.

Si, d'une part, on ne fabrique plus sciemment des PBDE aux États-Unis et on ne l'a jamais été au Canada, d'autre part, certains pays continuent à en fabriquer et les incorporent à d'autres produits ou articles, c'est pourquoi le transport sur de grandes distances est probablement une source continue de PBDE pour le bassin des Grands Lacs. Afin de mieux comprendre les risques résiduels, une surveillance accrue des PBDE et des produits ignifugeants bromés de remplacement, dans les divers milieux environnementaux, est nécessaire non seulement dans le bassin des Grands Lacs, mais aussi dans les régions susceptibles d'affecter le bassin des Grands Lacs (p. ex., les États à l'extérieur du bassin, les transporteurs qui circulent dans le bassin, etc.), aux échelles nationale et mondiale. Un suivi additionnel devrait permettre l'acquisition de données à des échelles et sur des séries chronologiques qui permettront de mieux connaître et modéliser les concentrations de PBDE au niveau national, particulièrement lorsque les produits sont commercialisés et les sources réparties non seulement dans le bassin, mais à l'extérieur de celui-ci.

Outre les besoins en matière de surveillance, notamment en ce qui concerne l'importation, la transformation et l'utilisation des produits contenant des PBDE et la gestion des déchets qui y sont associés. Les études récentes du biote et des sédiments dans le bassin des Grands Lacs ont indiqué une diminution de la concentration de certains congénères de PBDE (ECCC 2017). Cependant, il est nécessaire d'approfondir les recherches sur les diverses mesures, et aussi sur les avantages et les inconvénients du contrôle ou de la restriction de l'importation des produits contenant des PBDE, sur la façon dont ces restrictions seraient appliquées, et sur la façon de mieux contrôler la gestion des déchets dans le cas des produits en fin de vie contenant des PBDE (recyclage, élimination et surveillance). En comprenant mieux les coûts et avantages du recyclage des produits contenant des PBDE, on sera mieux en mesure d'élaborer des incitatifs économiques pour éliminer ces produits d'une manière respectueuse de l'environnement. Dans le cadre de ces recherches, on devrait également envisager la possibilité de concevoir des produits écologiques qui obviennent au recours à des ignifugeants.

De plus, il est nécessaire de s'assurer que les données chimiques recueillies par les programmes des diverses instances (gouvernements fédéraux, États, provinces, tribus, Premières Nations, Métis et autres) sont cohérentes, normalisées et structurées afin de permettre une meilleure surveillance binationale des PBDE, des produits en contenant, des produits chimiques de remplacement et des produits présentant des risques similaires. Assurer l'uniformité des données peut être un exercice utile, car cela garantit que des mesures indépendantes de collecte des données peuvent être utilisées collectivement pour aborder et reconnaître les préoccupations relatives aux PBDE. On devrait idéalement constituer un dépôt dans lequel les données au niveau binational pourraient être cataloguées par milieu (p. ex., air, eau, terre, biote) et les parties intéressées de l'extérieur pourraient y avoir accès. Les connaissances comportent plusieurs lacunes qui limitent les mesures de gestion des risques posés par les PBDE. Voici un aperçu de ces lacunes :

- *Rejets provenant des produits utilisés.* Cela comprendrait les rejets de PBDE provenant de :
  - produits contenant des mousses (p. ex., matériaux d'isolation, meubles, sièges d'automobile)
  - sous-tapis
  - revêtements textiles, tentures, rideaux, stores en tissu et stores à enroulement
  - vêtements
  - matelas et oreillers
  - petits et gros électroménagers
  - déchets d'équipements électroniques et électriques
- matériaux de construction, de rénovation et issus de la démolition.
- *Rejets par les déchets.* Nous ne comprenons pas complètement l'ampleur du rejet de PBDE dans les flux de déchets (p. ex., à partir de déchets dirigés vers l'enfouissement sanitaire ou l'incinération).
- *Besoins en matière de surveillance.* Nous devons amorcer des activités de surveillance et les poursuivre afin d'observer les tendances à long terme dans l'eau, l'air, les sédiments, le biote (les poissons prédateurs des niveaux trophiques supérieurs et les œufs de goélands argentés), et les flux de déchets des Grands Lacs pour établir et suivre les tendances à long terme, suivre les déplacements dans l'air sur de grandes distances et la déposition atmosphérique, fixer des normes en matière de concentrations dans l'environnement et évaluer le rendement des mesures de gestion des risques en place et à venir.
- *Normes environnementales.* Aucune norme environnementale visant la qualité de l'eau ou les concentrations dans le biote, l'alimentation ou les sédiments n'est en vigueur aux États-Unis.

- *Précisions sur les exigences de divulgation d'information.* Des éclaircissements sont nécessaires pour aider les importateurs et les utilisateurs de produits finis relativement aux exigences de divulgation aux États-Unis (p. ex., au niveau des États) pour ce qui est du contenu en PBDE des produits finis.
- *Essai des produits contenant des PBDE.* Des essais sont nécessaires pour déterminer la concentration de PBDE dans les produits importés.

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

Les mesures soulignées dans le présent document constituent des mesures, nouvelles ou déjà en œuvre, de gestion et d'atténuation des risques qui pourront combler les lacunes relevées dans le présent document. Elles pourraient se traduire par des gains mesurables (qualitativement ou quantitativement) sur le plan de la santé humaine ou de l'environnement, ou encore par une meilleure compréhension des sources et du devenir des PBDE et de leurs effets sur la santé humaine et l'environnement.

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

Les PBDE n'ont jamais été fabriqués au Canada et, en raison de leur élimination progressive volontaire à l'échelle de l'industrie par les grands fabricants de PBDE, on croit qu'ils ne le sont plus aux États-Unis (où toutefois ils pourraient être importés). Au Canada, les PBDE sont assujettis au *Règlement sur certaines substances toxiques interdites (2012)*. Comme il est mentionné ci-dessus, le règlement interdit tous les PBDE et tous les produits en contenant, sauf les articles manufacturés. ECCC évalue actuellement des approches pour encadrer les risques associés aux articles manufacturés qui contiennent des PBDE, mais qui ne sont pas actuellement interdits. Aux États-Unis, toute fabrication ou importation de certaines substances chimiques contenant du pentaBDE et de l'octaBDE pour une nouvelle utilisation doit être déclarée à l'EPA en vertu d'un avis de nouvelle activité visant les PBDE. Cependant, cet avis de nouvelle activité ne couvre pas le décaBDE, tous les congénères du pentaBDE et de l'octaBDE, ou les produits ou articles contenant des PBDE. Ainsi, l'utilisation continue des PBDE n'est pas interdite. Les RFQE ont été proposées au Canada comme références pour les concentrations de PBDE dans l'environnement. Certaines normes environnementales ont été adoptées aux États-Unis. Cependant, les PBDE ne sont actuellement pas visés par les lois américaines *Clean Air Act* ou *Clean Water Act*. Un travail pour estimer le profil des risques pour la santé humaine et l'environnement posés par les PBDE devrait être entrepris et on devrait déterminer s'il y a lieu de les assujettir à d'autres règlements.

#### Résumé des options stratégiques relatives à la réglementation et aux autres mesures d'atténuation et de gestion des risques

- Établir des règlements visant à réduire autant que possible l'exposition des humains et de l'environnement au décaBDE, comme le prévoit le *Toxic Substances Control Act* modifié (États-Unis).
- Envisagez de travailler avec les entités concernées pour développer une approche intégrée qui aborde les normes d'inflammabilité des produits et des structures, les normes de toxicité des ignifugeants et l'utilisation d'options de reconception (États-Unis)
- Mise à jour du règlement canadien visant à éliminer progressivement les exemptions restantes ayant trait aux PBDE contenus dans des articles manufacturés (Canada).

## 5.2 Promotion de la conformité et application de la loi

Pour gérer adéquatement les PBDE dans l'environnement de la région des Grands Lacs, il est crucial de bien comprendre les règlements actuels des diverses instances (gouvernements fédéraux, des états et des provinces), la manière dont ils ont été élaborés et sont appliqués, leurs relations mutuelles, et les manières avec lesquelles les diverses instances gouvernementales peuvent s'entraider en matière de conformité et d'application de la loi.

Un règlement a été établi au Canada afin d'interdire la production, l'utilisation, la vente, l'offre de vente ou l'importation de PBDE, sauf dans le cas d'articles manufacturés. Des campagnes de promotion du respect de la loi sont prévues afin d'améliorer la sensibilisation de l'industrie à cette interdiction et de lui indiquer les étapes à suivre pour s'y conformer. ECCC continuera de faire de la promotion de la conformité et de l'application de la loi, conformément à la politique de conformité et d'application de la loi de la LCPE ayant trait au Règlement sur certaines substances toxiques interdites (2012).

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

- Réaliser un examen approfondi de tous les mécanismes réglementaires en vigueur concernant la réduction, la gestion, l'application de la loi et élimination des PBDE (États-Unis).
- Accroître le soutien offert aux associations industrielles et aux entreprises qui veulent éliminer les PBDE ou renforcer la gestion des risques dans leur secteur (États-Unis)
- Mener des enquêtes sur les installations de recyclage et les sites d'enfouissement afin de vérifier si ces établissements ont les connaissances requises sur les PBDE et respectent la loi, et utiliser les résultats des enquêtes pour cibler les établissements qui doivent être sensibilisés davantage (États-Unis).
- Poursuite de la mise en œuvre du règlement actuel conformément à la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), politique de conformité et d'application de la loi dans le cadre du Règlement sur certaines substances toxiques interdites (2012) (Canada).

## 5.3 Prévention de la pollution

Il y aurait lieu de produire une documentation conviviale visant à éduquer et mobiliser le public pour des efforts visant à réduire les possibilités de rejets de PBDE ou d'exposition à ces substances, et de présenter des produits de remplacement plus sécuritaires, exempts de PBDE. Une telle documentation pourrait contribuer à empêcher que la pollution de faible intensité par les PBDE soit incorporée dans le flux général de déchets solides, et aiderait également à sensibiliser le public au sujet des sources potentielles de PBDE.

Les bases de données du TRI de l'EPA et de l'INRP du Canada peuvent être utilisées pour faire le suivi des progrès faits par l'industrie vers la réduction de la production de déchets. La base de données du TRI devrait être maintenue et exploitée pour maximiser les activités de prévention de la pollution (P2) réalisées par les industries dans le bassin des Grands Lacs. Il y aurait lieu de souligner les réussites en matière de prévention de la pollution dans le bassin des Grands Lacs pour sensibiliser la population, coordonner les efforts de prévention de la pollution dans des secteurs similaires du bassin et, par

conséquent, réduire davantage la présence des PBDE dans l'environnement. Des exemples de réduction fructueuse de déchets pourraient être soulignés dans des journaux régionaux, sur des sites Web ou lors de conférences.

#### Résumé des options stratégiques pour la prévention de la pollution

- Sensibiliser et éduquer davantage le public et les travailleurs sur les sources potentielles de PBDE et sur les mesures appropriées à prendre si des matières contenant des PBDE étaient trouvées (États-Unis)
- Sensibiliser le public afin qu'il utilise des solutions de rechange plus sûres ou des produits exempts de PBDE (États-Unis)
- Encourager les industries à réaliser des activités de prévention de la pollution et à les consigner dans la base de données du TRI (États-Unis).
- Souligner les réussites en matière de prévention de la pollution et en faire la diffusion (États-Unis).
- Accroître le soutien aux fabricants qui cherchent des produits de rechange aux ignifugeants bromés, y compris les PBDE (États-Unis).
- Effectuer des recherches sur les solutions possibles de recyclage, en mettant l'accent sur l'établissement de moyens visant à encourager le recyclage sécuritaire des produits contenant des PBDE (États-Unis).
- Recherche et assurance de pratiques de gestion sécuritaires en fin de vie pour des produits contenant des PBDE et communication de ces résultats (Canada).

#### 5.4 Suivi, surveillance et autres travaux de recherche

Comme indiqué à la Section 4, la recherche actuelle n'offre pas un tableau complet de la situation relative aux PBDE dans l'environnement des Grands Lacs et des tendances les concernant. L'EPA et ECCC ont coordonné leurs activités de publications et de diffusion des résultats de leurs recherches (ECCC et USEPA 2011). D'autres rapports sur le suivi et la surveillance ont paru dans des publications avec comité de lecture, des sites Web et sur les réseaux sociaux. Chaque forme de communication des rapports cible un public particulier pour maximiser l'utilisation des résultats. Les résultats des futurs efforts de surveillance devraient continuer d'être publiés sur de différents supports afin de communiquer efficacement les changements observés dans les divers milieux (air, sédiments et biote [poissons prédateurs des niveaux trophiques supérieurs, œufs et tissus de goélands argentés, œufs d'autres oiseaux qui consomment des organismes terrestres comme les étourneaux sansonnets]) dans le bassin des Grands Lacs.

Le programme État des Grands Lacs aide les Parties à déterminer les défis actuels, nouveaux et émergents qui touchent la qualité de l'eau et la santé de l'écosystème des Grands Lacs. Les évaluations aident également les gouvernements à évaluer l'efficacité des programmes et des politiques en vigueur pour relever les défis, ainsi qu'informer et mobiliser d'autres parties intéressées (ECCC et USEPA 2017). L'ajout des PBDE à la liste des PCSPM pourrait accroître le nombre d'initiatives futures axées sur les PBDE. La poursuite de telles activités par les deux pays est indispensable pour comprendre la situation globale des PBDE dans le bassin des Grands Lacs. Les travaux de suivi entrepris par les deux pays doivent être coordonnés pour favoriser l'acquisition de données analytiques comparables qui serviraient à élaborer un cadre de travail national ou international.

Il est essentiel de mettre au point des moyens rentables et utiles pour recueillir des données sur les concentrations de PBDE provenant de diverses sources. L'application continue de techniques d'échantillonnage passif pour la surveillance des concentrations de PBDE en milieu aquatique permettrait de mieux comprendre la répartition spatiale et le comportement des PBDE dans la région des Grands Lacs et dans l'ensemble de la région. Si l'échantillonnage environnemental indique l'existence de « points chauds » localisés qui causent une exposition excessive au biote aquatique, il pourrait être nécessaire à l'avenir de localiser les sources de contamination par les PBDE. Les efforts comme le projet de dépistage Trackdown, qui utilise une approche basée sur le poids de la preuve et sur plusieurs médias pour faire le suivi des sources de biphényles polychlorés (BPC) dans la région des Grands Lacs, pourraient constituer un modèle applicable aux futures études sur les PBDE (Benoit et coll. 2016). De plus, les futurs efforts de surveillance devraient être conçus de manière à ce que les données obtenues puissent être comparées entre les équipes de recherche et avec les données historiques. Afin d'accroître la confiance perçue à l'égard des données obtenues, les Parties pourraient vérifier les méthodes d'échantillonnage récemment mises au point, par les bons soins d'une autre organisation chargée des essais, ou par des études ou des démonstrations sur le terrain.

#### Résumé des options de suivi, de surveillance et d'autres travaux de recherche

- Continuer la surveillance des PBDE 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 ouverts en ligne, rapports gouvernementaux et revues scientifiques) afin de maximiser l'auditoire visé (Canada et États-Unis).
- Améliorer les activités existantes de surveillance en évaluant les concentrations de PBDE dans l'air dans les régions éloignées, rurales et urbaines, ainsi que dans les régions proches des sites de déchets dangereux et des incinérateurs (Canada et États-Unis)
- Élaborer des outils rentables pour surveiller, dans tous les milieux, les concentrations de PBDE provenant de diverses sources (Canada et États-Unis).
- Mettre au point des plans et systèmes de données structurés sur les sources de PBDE, les manifestes et le suivi des produits qui en contiennent; envisager la possibilité de rendre accessible ces systèmes de données à la population (États-Unis).
- Élaborer des modèles permettant de suivre le transport atmosphérique des PBDE sur de grandes distances, leurs dépôts ainsi que leurs voies de dégradation dans le bassin des Grands Lacs (États-Unis)
- Continuer d'évaluer les risques associés aux produits de remplacement des PBDE (Canada et États-Unis)

## 5.5 Qualité de l'eau domestique

L'eau domestique inclut toute l'eau utilisée à l'intérieur ou à l'extérieur à des fins domestiques. En raison de leurs propriétés chimiques, les PBDE ne sont pas été détectés dans l'eau de façon significative. Par conséquent, on ne s'attend pas à ce que l'eau potable soit une voie d'exposition importante d'exposition aux PBDE. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) n'a pas publié de lignes directrices sur les PBDE dans l'eau potable. L'EPA n'a pas proposé de normes concernant l'eau potable pour les PBDE, et la Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis n'a pas fixé de concentrations

admissibles pour les PBDE dans l'eau embouteillée. On devrait cependant réviser les normes existantes pour s'assurer qu'elles sont fondées sur les connaissances scientifiques les plus récentes, afin d'aider les gouvernements des états et des provinces à déterminer les secteurs dans lesquels les concentrations de PBDE dans l'eau potable pourraient être élevées, et pour faire en sorte que toutes les connaissances et outils disponibles soient utilisés afin de réduire au minimum l'exposition.

#### **Résumé des mesures concernant la qualité de l'eau domestique**

- Obtenir et analyser les données de surveillance des concentrations de PBDE dans l'eau potable et, si nécessaire, élaborer des normes nationales sur la qualité de l'eau (États-Unis).

## 6 Conclusion

En vertu de l'annexe 3 de l'AQEGL, les PBDE ont été désignés comme PCSPM de sources anthropiques. L'objectif binational de la présente Stratégie sur les PBDE, consistant en mesures conjointes et individuelles des Parties, est de réduire les rejets anthropiques de PBDE dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs et de mieux comprendre la présence, le devenir et le transport des PBDE dans l'environnement.

Des efforts binationaux sont nécessaires pour réduire les risques que posent les PBDE pour la santé humaine et l'environnement. La coopération binationale est nécessaire pour coordonner les efforts de suivi et de surveillance, maximiser les initiatives de recherche afin de relever les sources de PBDE, et enfin pour suivre et surveiller de façon rentable les concentrations de PBDE dans plusieurs milieux (déchets, sol, eau, air, tissus, etc.).

Un large éventail parties intéressées, résolues à protéger et à restaurer l'écosystème des Grands Lacs, sont invitées à mettre en œuvre les solutions d'atténuation et de gestion des risques décrites dans le présent document. Il faut continuer à chercher de nouvelles approches et à perfectionner les méthodes actuelles d'atténuation et de gestion des risques associés aux PBDE pour améliorer la santé de l'écosystème et des résidents du bassin des Grands Lacs et pour préserver la qualité de ses eaux pour les générations futures.

## 7 Tableaux

Tableau 1. Propriétés physiques et chimiques des PBDE

Propriété	Mélanges de PBDE		
	Pentabromodiphényléther (PentaBDE)	Octabromodiphényléther (OctaBDE)	Décabromodiphényléther (décaBDE)
Masse moléculaire	Mélange	Mélange	959,22
Couleur	Limpide, ambre à jaune pâle	Blanc cassé	Blanc cassé
État physique	Liquide très visqueux	Poudre	Poudre
Point de fusion	-7 à -3 °C (commercial)	85 à 89 °C (commercial), 200 °C (plage : 167 à 257), 79 à 87 °C, 170 à 220 °C	290 à 306 °C
Point d'ébullition	> 300 °C (la décomposition commence à > 200 °C)	Décomposition à > 330 °C (commercial)	Décomposition à > 320, > 400 et 425 °C
Masse volumique (g/mL)	2,28 à 25 °C, 2,25-2,28	2,76, 2,8 (commercial)	3,0, 3,25
Odeur	Aucune donnée	Peu prononcée	Inodore
Solubilité			
Eau	13,3 µg/L (commercial), 2,4 µg/L (composant pentabromodiphényléther), 10,9 µg/L (composant tétrabromodiphényléther)	< 1 ppb à 25 °C (commercial), 1,98 µg/L (composant heptabromodiphényléther)	< 0,1 µg/L
Solvants organiques	10 g/kg méthanol, miscible dans le toluène	Acétone (20 g/L), benzène (200 g/L), méthanol (2 g/L) — tous à 25 °C	Aucune donnée
Coefficients de partition			
Log K <sub>oe</sub>	6,64 à 6,97, 6,57 (commercial)	6,29 (commercial)	6,265, 8,7*
Log K <sub>co</sub>	4,89 à 5,10	5,92 à 6,22	6,80
Pression de vapeur	2,2 × 10 <sup>-7</sup> à 5,5 × 10 <sup>-7</sup> mm Hg à 25 °C, 3,5 × 10 <sup>-7</sup> mm Hg (commercial)	9,0 × 10 <sup>-10</sup> à 1,7 × 10 <sup>-9</sup> mm Hg à 25 °C, 4,9 × 10 <sup>-8</sup> mm Hg à 21 °C (commercial)	3,2 × 10 <sup>-8</sup> mm Hg
Constante de la loi d'Henry (atm·m <sup>3</sup> /mole)	1,2 × 10 <sup>-5</sup> , 1,2 × 10 <sup>-6</sup> , 3,5 × 10 <sup>-6</sup>	7,5 × 10 <sup>-8</sup> , 2,6 × 10 <sup>-7</sup>	1,62 × 10 <sup>-6</sup> , 1,93 × 10 <sup>-8</sup> , 1,2 × 10 <sup>-8</sup> , 4,4 × 10 <sup>-8</sup>
Point d'auto-inflammation	Décomposition au-dessus de 200 °C	Décomposition au-dessus de 330 °C (commercial)	Sans objet
Point d'éclair	Aucune donnée	Aucune donnée	Aucun
Limites d'inflammabilité	Sans objet (ignifugeant)	Sans objet (ignifugeant)	Ininflammable
Facteurs de conversion	1 ppm = 23,48 mg/m <sup>3</sup> à 20 °C	Aucune donnée	Aucune donnée
Limites d'explosivité	Aucune	Aucune	Aucune donnée

Source: ATSDR (2017)

\*Wania et Dugani (2003), Environnement Canada (2010)

**Tableau 2. Quantités estimées de PBDE dans le bassin des Grands Lacs**

PBDE	Plage en tonnes métriques (année)	Utilisations : pourcentage des utilisations totales de PBDE	Pourcentage des PBDE devant se retrouver dans les déchets ou demeurer en utilisation d'ici 2020
PentaBDE	2 000 à 10 000 (2004)	Mousses pour meubles 60 à 65 % Mousses pour véhicules 30 à 35 % EEE 2 à 3 %	Tous les PBDE continueront d'être en utilisation
OctaBDE	500 à 2 000 (2004)	EEE 90 % Secteur automobile 10 %	90 % ne seront plus utilisés
DécaBDE	10 000 à 70 000 (2013)	Secteur automobile 25 % Textiles 25 % Matériaux de construction 25 % EEE 15 %	50 % demeureront en utilisation (par rapport au stock maximal de 2008)
PBDE totaux	15 000 à 80 000 (2004)		40 % du tonnage maximal demeurera en utilisation (surtout sous forme de décaBDE)

EEE – équipements électroniques et électriques

Source : Abbasi et coll. (2014)

**Tableau 3. Ignifugeants bromés mesurés par le RIDA**

BDE-7	BDE-139	BDE-206
BDE-10	BDE-140	BDE-207
BDE-15	BDE-153	BDE-208
BDE-17	BDE-154	BDE-209
BDE-28	BDE-156	DBDPE
BDE-30	BDE-169	HBCDD
BDE-47	BDE-180	BTBPE
BDE-49	BDE-183	Syn-DP
BDE-66	BDE-184	Anti-DP
BDE-71	BDE-191	PBBZ
BDE-85	BDE-196	pTBX
BDE-99	BDE-197	EHTBB
BDE-100	BDE-201	BEHTBP
BDE-119	BDE-203	PBEB
BDE-126	BDE-204	HBB
BDE-138	BDE-205	BB-153

HBCDD : hexabromocyclododécane; DBDPE : décabromodiphényléthane; BTBPE : 1,1'-[1,2-éthanediylbis(oxy)]bis(2,4,6-tribromobenzène); DP : Déchlorane Plus; PBBZ : pentabromobenzène; pTBX : tétrabromo-p-xylène; EHTBB : 2-éthylhexyl tétrabromobenzoate; EHTBP : bis(2-éthylhexyl)tétrabromophtalate; PBEB : pentabromoéthyl benzène; HBB : hexabromobenzène; BB : biphenyle bromé

Tableau 4. Normes et recommandations des États-Unis pour les PBDE

Agence	Domaine d'intérêt	Concentration	Sources
American Industrial Hygiene Association	Air ambiant en milieu de travail	5 mg/m <sup>3</sup> pour le décaBDE (BDE209), surveillance atmosphérique continue si la concentration de pentaBDE et d'octaBDE dans la poussière dépasse 5 mg/m <sup>3</sup>	USEPA (2014b)
Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)	Exposition par voie orale et par inhalation, niveau de risque minimal	<b>DécaBDE (BDE209)</b> : 0,0002 mg/kg/jour (exposition par voie orale à moyen terme), 0,01 mg/kg/jour (exposition aiguë par voie orale) <b>OctaBDE</b> : 0,006 mg/m <sup>3</sup> (exposition par inhalation à moyen terme) <b>PentaBDE (BDE99)</b> : 0,00006 mg/kg/jour (exposition aiguë par voie orale) <b>TétraBDE (BDE47)</b> : 0,000003 mg/kg/jour (exposition orale moyenne)	ATSDR (2017)
US Environmental Protection Agency	Dose de référence par voie orale*	<b>DécaBDE</b> : (BDE209) : $7 \times 10^{-3}$ mg/kg/jour	US EPA (2008)

\*Une estimation (dont l'incertitude couvre possiblement un ordre de grandeur) d'une exposition orale quotidienne à la population humaine (comprenant des sous-groupes sensibles) qui est susceptible d'être sans risque appréciable d'effets délétères pendant une durée de vie (USEPA 2018).

**Tableau 5. Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement au Canada pour les PBDE**

Homologue*	Congénère	Eau (ng/L)	Tissus des poissons (ng/g poids humide)	Sédiments (ng/g poids sec)	Régime alimentaire des espèces fauniques† (ng/g en poids humide dans les aliments)	Œufs d'oiseaux (ng/g en poids humide)
TriBDE	Totaux	46	120	44	–	–
TétraBDE	Totaux	24	88	39	44	–
PentaBDE	Totaux	0,2	1	0,4	3 (mammifères) 13 (oiseaux)	29 <sup>‡</sup>
PentaBDE	BDE-99	4	1	0,4	3	–
PentaBDE	BDE-100	0,2	1	0,4	–	–
HexaBDE	Totaux	120	420	440	4	–
HeptaBDE	Totaux	17 <sup>  </sup>	–	–	64	–
OctaBDE	Totaux	17 <sup>  §</sup>	–	5 600 <sup>§</sup>	63 <sup>§</sup>	–
NonaBDE	Totaux	–	–	–	78	–
DécaBDE	Totaux	–	–	19 <sup>§#</sup>	9	–

Source : Environnement Canada (2013).

\* Les RFQE **canadiennes** pour le triBDE (tribromodiphényléther), le tétraBDE (tétrabromodiphényléther), l'hexaBDE (hexabromodiphényléther), l'heptaBDE (heptabromodiphényléther), le nonaBDE (nonabromodiphényléther) et le décaBDE (décaBromodiphényléther) sont fondées sur des données pour les congénères BDE-28, BDE-47, BDE-153, BDE-183, BDE-206 et BDE-209 respectivement, sauf indication contraire.

\*\* Valeurs normalisées à 1 % de carbone organique.

† Applicable aux mammifères sauvages, sauf indication contraire.

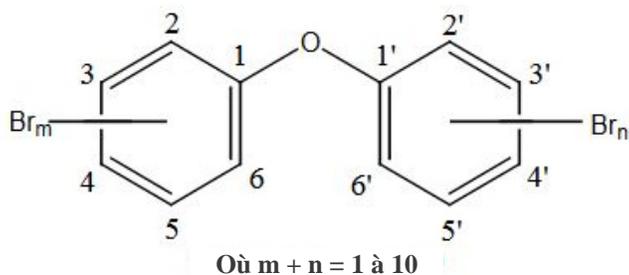
‡ Valeur basée sur la préparation de pentaBDE commerciale, DE-71, qui contient surtout du pentaBDE et une certaine quantité de tétraBDE.

|| Valeurs basées sur le mélange d'octaBDE commercial, DE-79, qui contient surtout de l'heptaBDE et de l'octaBDE (octabromodiphényléther).

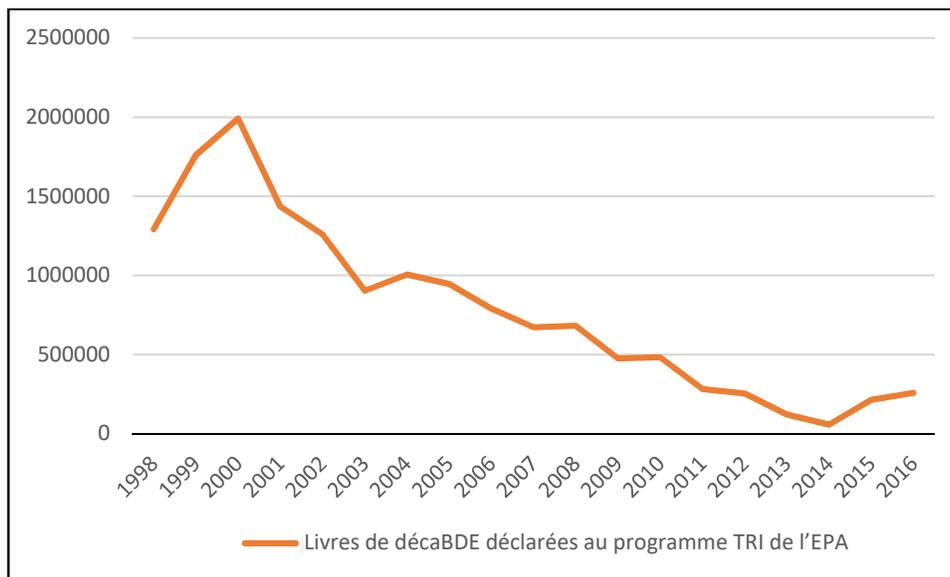
§ Valeurs adaptées du Rapport d'évaluation écologique préalable (Environnement Canada 2006b). Les recommandations pour les sédiments concernant l'octaBDE et le décaBDE ont été adaptées de ce Rapport, avec correction pour la teneur en carbone organique des sédiments dans les essais réels, puis normalisation à 1 % de carbone organique, au lieu de 4 % comme c'était le cas dans le Rapport d'évaluation écologique préalable.

#Valeurs basées sur le mélange de décaBDE commercial, qui est constitué surtout de nonaBDE et de décaBDE.

## 8 Figures



**Figure 1.** Structure chimique générale des PBDE. Source : ATSDR (2017).



**Figure 2.** Rejets totaux (toutes les sources) de décaBDE, 1998-2016. Source : USEPA (2017b).

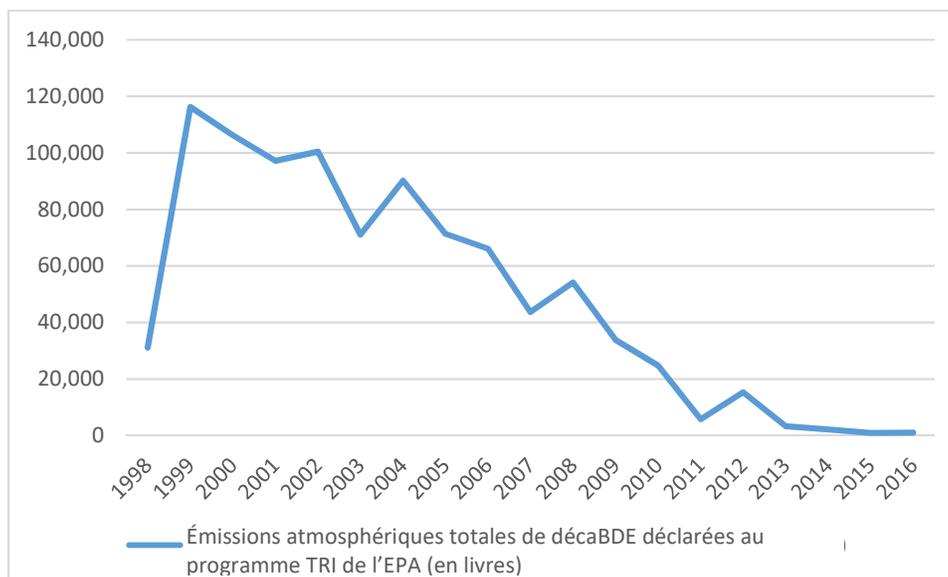


Figure 3. Émissions atmosphériques totales de décaBDE, 1998-2016. Source : USEPA (2017b).

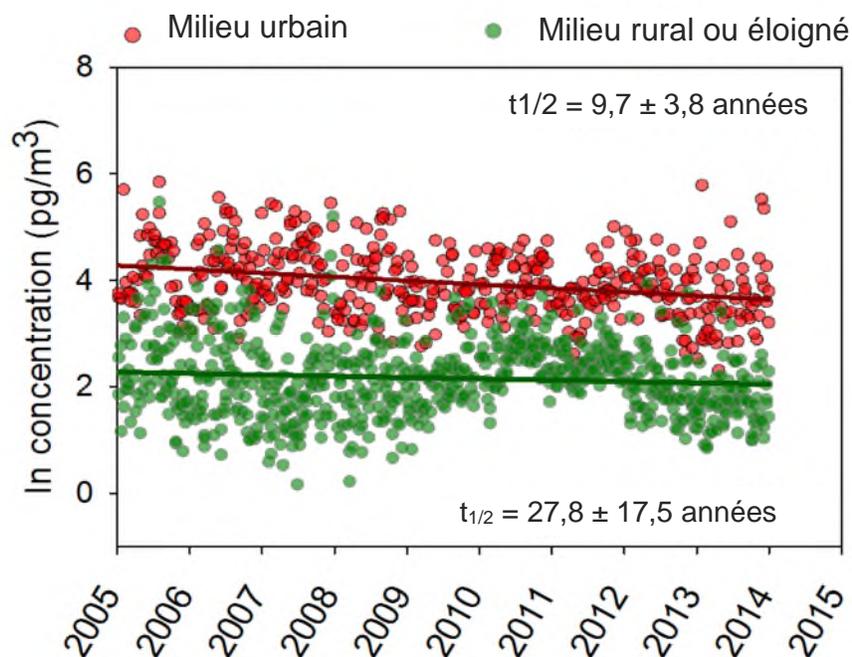


Figure 4. Tendances de la concentration de PBDE aux sites RIDA urbains et ruraux ou éloignés. Source : IADN, Indiana University 2017

Il convient de noter que les concentrations dans les sites urbains diminuent de moitié en environ 10 ans, mais que les concentrations en milieu rural et éloigné diminuent lentement (cette régression est significative, mais faible). Cela signifie que la phase d'élimination volontaire des PBDE entre 2004 et 2013 semble donner des résultats, plus rapidement dans les régions de Chicago et Cleveland, mais plus lentement ailleurs.

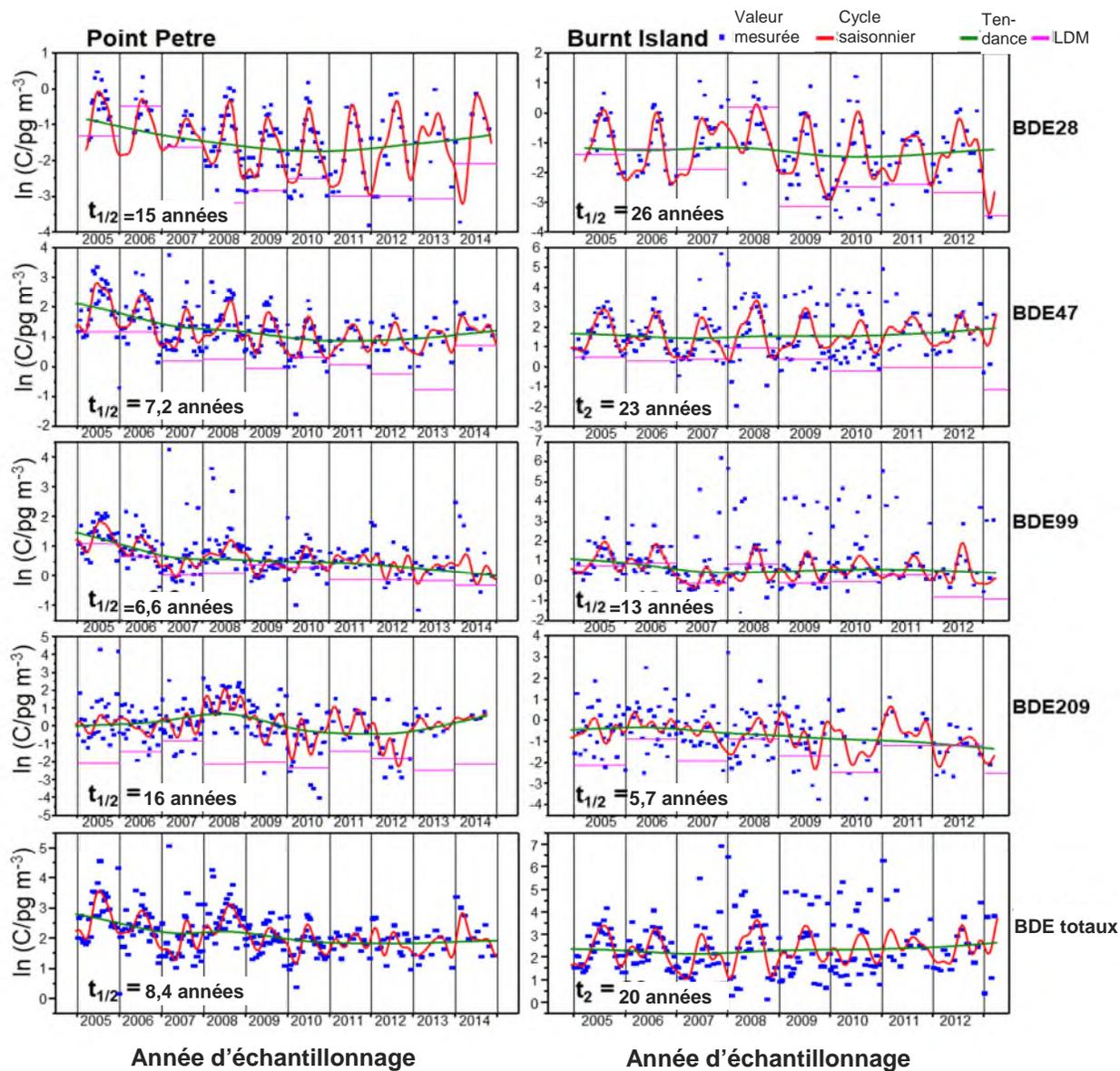


Figure 5. Cycles saisonniers, tendances et valeurs mesurées pour les BDE 28, 47, 99, 209 et les PBDE totaux à Burnt Island et à Point Petre. Source : Shunthirasingham et coll. (2018).

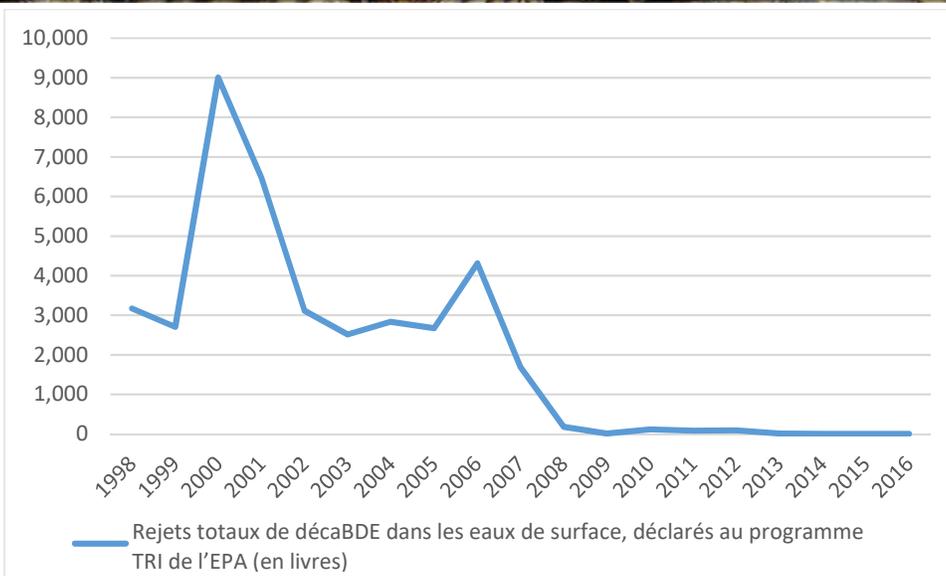


Figure 6. Rejets totaux de décaBDE dans les eaux de surface, 1998-2016. Source : USEPA (2017b).

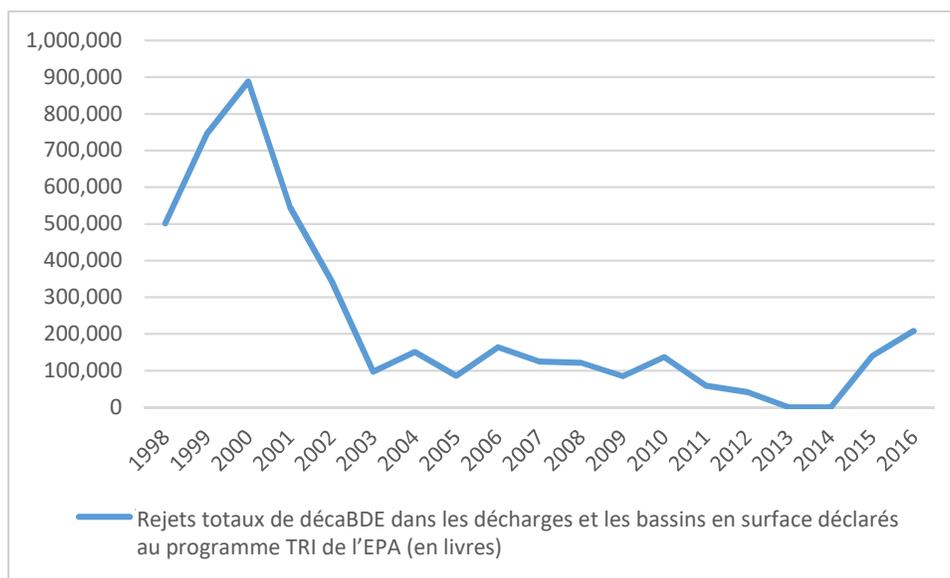


Figure 7. Rejets totaux de décaBDE dans les décharges et les bassins en surface, 1998-2016. Source : USEPA (2017b).

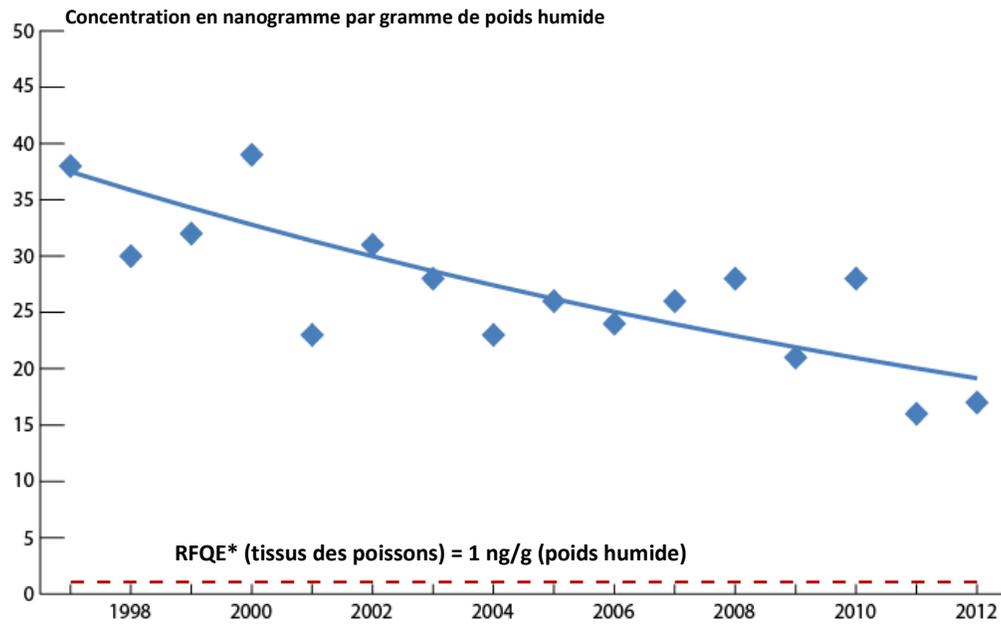


Figure 8. Concentrations de pentaBDE dans les touladis du lac Ontario, 1997-2012. Source : ECCC (2017).

## 9 Références

- Abbasi, G., M. Diamond, A. Soehl et M. Murray (2014). *Great Lakes PBDE reduction project summary paper No. 1: PBDE product inventory*. (Ce document n'a pas été publié, mais on peut en demander un exemplaire.) Commission des Grands Lacs.
- ATSDR (2017). *Toxicological Profile for Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs)*. (<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/TP.asp?id=901&tid=183>). Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Benoit, N., A. Dove, D. Burniston et 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* vol. 7, no 3.
- CMI (2015a). *Backgrounder on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs)*. En anglais. Dans l'Internet : ([http://www.ijc.org/files/tinymce/uploaded/WQB/Appendix-B%20Background\\_PBDEs.pdf](http://www.ijc.org/files/tinymce/uploaded/WQB/Appendix-B%20Background_PBDEs.pdf)). Commission mixte internationale.
- CMI (2015b). *Polybrominated Diphenyl Ethers in the Great Lakes Basin (Consultant's Report)*. En anglais seulement. Dans l'Internet : [http://www.ijc.org/files/tinymce/uploaded/WQB/Appendix-A\\_WQB-PBDE\\_Consultants\\_Report.pdf](http://www.ijc.org/files/tinymce/uploaded/WQB/Appendix-A_WQB-PBDE_Consultants_Report.pdf). Commission mixte internationale - Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs, groupe de travail sur les problèmes hérités.
- CMI (2016). *Les polybromodiphényléthers (PBDE) dans le bassin des Grands Lacs : réduire les risques pour la santé humaine et l'environnement*. Commission mixte internationale. Canada et États-Unis.
- CMI (2017). *Addressing Polybrominated Diphenyl Ethers in the Great Lakes Basin: Searching for Solutions to Key Challenges*. Commission mixte internationale - Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs. Septembre 2017. ([http://ijc.org/files/tinymce/uploaded/WQB/WQB\\_PBDE\\_report.pdf](http://ijc.org/files/tinymce/uploaded/WQB/WQB_PBDE_report.pdf))
- Convention de Bâle (2017). *POP Wastes: Overview*. Dans l'Internet : <http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/Overview/tabid/3908/Default.aspx> (consulté en septembre 2017).
- Convention de Stockholm (2017). *Alternatives: Chemicals Listed in Annex A*. Dans l'Internet : <http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/tabid/5837/Default.aspx> (consulté en septembre 2017).
- Crimmins, B. S., J. J. Pagano, X. Xia, P. K. Hopke, M. S. Milligan et T. M. Holsen (2012). « Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs): Turning the Corner in Great Lakes Trout 1980–2009 », *Environmental Science & Technology*, vol 46, no 18, p. 9890-9897.
- Daniel, A., Ramon Guardans, et Tom Harner (2018). « The Contribution of Environmental Monitoring to the Review of the Effectiveness of Environmental Treaties ». *Environmental Science & Technology* vol. 52, no 1, p. 1-2. DOI : 10.1021/acs.est.7b06148
- ECCC (2016). Règlement modifiant le Règlement sur certaines substances toxiques, 2012. [DORS/2016-252 23 septembre](#). Environnement et changement climatique Canada et Santé Canada.
- ECCC (2017). *Polybromodiphényléthers dans les poissons et les sédiments* Environnement et Changement climatique Canada, Gouvernement du Canada. Dans l'Internet: <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/polybromodiphényléthers-poissons-sédiments.html> (consulté en mai 2017).
- ECCC et USEPA (2011). *État des Grands Lacs 2011*. (EPA 950-R-13-002). Cat No. En161-3/1-2011E-PDF. Conférence sur l'état de l'écosystème des Grands Lacs (SOLEC).
- ECCC et USEPA (2017). *État des Grands Lacs 2017*. Rapport technique, no de Cat : En161-3/1E-PDF. EPA 905-R-17-001. Disponible sur : [binational.net/fr/](http://binational.net/fr/).

- Environnement Canada (2010). *Rapport sur l'état des connaissances scientifiques écologiques concernant le décabromodiphényléther (decaBDE) - bioaccumulation et transformation*. Dans l'Internet : [https://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/documents/substances/decabde/rapport\\_cse\\_decabde-fra.pdf](https://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/documents/substances/decabde/rapport_cse_decabde-fra.pdf). Gouvernement du Canada.
- Environnement Canada (2011). *Polybrominated Diphenyl Ethers in the Canadian Environment*. (en anglais). Dans l'Internet: [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2012/ec/En14-53-2011-eng.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/ec/En14-53-2011-eng.pdf). Gouvernement du Canada.
- Environnement Canada (2013). *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement : Polybromodiphényléthers (PBDE)*. Dans l'Internet : <https://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=Fr&n=05DF7A37-1>. Gouvernement du Canada.
- [Gandhi N.](#), S.B. [Gewurtz](#), K.G. [Drouillard](#), T. [Kolic](#), K. [MacPherson](#), E.J. [Reiner](#) et S.P. [Bhavsar](#) (2017). « Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in Great Lakes fish: Levels, patterns, trends and implications for human exposure » . *Sci Total Environ*. vol. 576, p. 907-916. DOI : 10.1016/j.scitotenv.2016.10.043. Publication électronique : 2016 nov 16.
- [Gauthier, L.T.](#), C.E. [Hebert](#), D.V.C. [Weseloh](#) et R.J. [Letcher](#) (2008). « Dramatic changes in the temporal trends of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in herring gull eggs from the Laurentian Great Lakes: 1982–2006 ». *Environ. Sci. Technol.* vol. 42, p. 1524–1530.
- [Harner, T.](#), H. [Hung](#), A. [Katsoyiannis](#), K. [Larsson](#), B. [Hedlund](#), D. [Muir](#), R. [Guardans](#), M. [MacLeod](#), S. [Broomhall](#), R. [Mendes](#) et T. [Johannessen](#) (2015). *Second Regional Monitoring Report for Western Europe and Others Group (WEOG) Region*.
- [Hung, H.](#), A. A. [Katsoyiannis](#), E. [Brorström-Lundén](#), K. [Olafsdottir](#), W. [Aas](#), K. [Breivik](#), P. [Bohlin-Nizzetto](#), A. [Sigurdsson](#), H. [Hakola](#), R. [Bossi](#), H. [Skov](#), E. [Sverko](#), E. [Barresi](#), P. [Fellin](#) et S. [Wilson](#) (2016). « Temporal trends of Persistent Organic Pollutants (POPs) in arctic air: 20 years of monitoring under the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) ». *Environmental Pollution*, vol. 217 (supplement C), p. 52-61.
- ITT (2015). *Binational Summary Report: Brominated Flame Retardants (PBDEs and HBCD)*. Dans l'Internet : <https://binational.net/wp-content/uploads/2015/05/EN-BFRs-BinationalSummaryReport.pdf>.
- Lake Superior Partnership (2016). *Lake Superior Lakewide Action and Management Plan 2015-2019*. (Cat. No. En164-52/2016E-PDF).
- [Liu, L.](#), A. [Salamova](#), M. [Venier](#) et R.A. [Hites](#) (2016). « Trends in the levels of halogenated flame retardants in the Great Lakes atmosphere over the period 2005-2013 ». *Environment International* vol. 92-93, p. 442-449.
- [Melymuk L.](#), M. [Robson](#), S.A. [Csizsar](#), P.A. [Helm](#), G. [Kaltenecker](#), S. [Backus](#), L. [Bradley](#), B. [Gilbert](#), P. [Blanchard](#), L. [Jantunen](#) et M.L. [Diamond](#) (2014). « From the city to the Lake: loadings of PCBs, PBDEs, PAHs and PCMs from Toronto to Lake Ontario ». *Environmental Science & Technology*. Avr 1, vol. 48, no 7, p. 3732-41. DOI : 10.1021/es403209z. Publication électronique : 2014 mar 21.
- [Rauert C.](#), J.K. [Schuster](#), A. [Eng](#) et T. [Harner](#) (2018). « Global Atmospheric Concentrations of Brominated and Chlorinated Flame Retardants and Organophosphate Esters ». *Environmental Science & Technology*, vol. 52, no 5, p. 2777-2789. DOI : 10.1021/acs.est.7b06239.
- Secrétariat de la Convention de Stockholm (2016). *Overview*. Dans l'Internet : <http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/tabid/3351/Default.aspx> (consulté en mai 2017).
- [Shunthirasingham C.](#), N. [Alexandrou](#), K. A. [Brice](#), H. [Dryfhout-Clark](#), K. [Su](#), C. [Shin](#), R. [Park](#), A. [Pajda](#), R. [Noronha](#) et H. [Hung](#) (2018). « Temporal Trends of Halogenated Flame Retardants in the Atmosphere of the Canadian Great Lakes Basin (2005-2014) ». *Environ. Sci.: Processes Impacts*, vol. 20, p. 469-479. DOI : 10.1039/c7em00549k.

- Su, G., R. J. Letcher, J. N. Moore, L. L. Williams, P. A. Martin, S. R. de Solla et W. W. Bowerman (2015). « Spatial and temporal comparisons of legacy and emerging flame retardants in herring gull eggs from colonies spanning the Laurentian Great Lakes of Canada and United States ». *Environmental Research*, vol. 142, p. 720-730.
- USEPA (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 (2008). Integrated Risk Information System: Chemical Assessment Summary, 2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Decabromodiphenyl ether (BDE-209); CASRN 1163-19-5 [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/subst/0035\\_summary.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0035_summary.pdf)
- USEPA (2009). *Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) Action Plan*. ([https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/pbdes\\_ap\\_2009\\_1230\\_final.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/pbdes_ap_2009_1230_final.pdf)).
- USEPA (2010). *An Exposure Assessment of Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDE) Final*. (EPA/600/R-08/086F). Washingto (DC). U.S. Environmental Protection Agency.
- USEPA (2014a). *An Alternatives Assessment for the Flame Retardant Decabromodiphenyl Ether (DecaBDE)*. ([https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/decabde\\_final.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/decabde_final.pdf)). US Environmental Protection Agency.
- USEPA (2014b). *Technical Fact Sheet – Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) and Polybrominated Biphenyls (PBBs)*. (EPA 505-F-14-006). Office of Solid Waste and Emergency Response. U.S. Environmental Protection Agency.
- USEPA (2015). *Lake Michigan Lakewide Action and Management Plan Annual Report 2015*. Dans l'Internet : <https://binational.net>.
- USEPA (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.
- USEPA (2016b). *Great Lakes Environmental Database (GLENDa)*. Dans l'Internet : <https://www.epa.gov/great-lakes-legacy-act/great-lakes-environmental-database-glenda> (consulté en juin 2016).
- USEPA (2016c). *Lakewide Action and Management Plans*. Dans l'Internet : <https://www.epa.gov/greatlakes/lakewide-action-and-management-plans> (consulté en août 2016).
- USEPA (2016d). *Technical Memorandum: 2010 National Coastal Condition Assessment, Great Lakes*. Dans l'Internet : [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-07/documents/ncca\\_great\\_lakes\\_2010\\_tech\\_memo.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-07/documents/ncca_great_lakes_2010_tech_memo.pdf)
- USEPA (2017a). *Polybrominated diphenylethers (PBDEs) Significant New Use Rules (SNUR)*. U.S. Environmental Protection Agency. Dans l'Internet : <https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/polybrominated-diphenylethers-pbdes-significant-new-use> (consulté en mai 2017).
- USEPA (2017b). *Toxics Release Inventory (TRI)*. ([https://iaspub.epa.gov/triexplorer/tri\\_release.chemical](https://iaspub.epa.gov/triexplorer/tri_release.chemical); consulté en septembre 2017). Office of Environmental Information. US Environmental Protection Agency.
- UNEP (2010). Supporting Document for Technical Review of the Implications of Recycling Commercial Pentabromodiphenyl Ether and Commercial Octabromodiphenyl Ether. (<http://chm.pops.int/Default.aspx?tabid=783>).
- Washington State Department of Health (2017). *PBDEs*. Dans l'Internet : <http://www.doh.wa.gov/YouandYourFamily/HealthyHome/Contaminants/PBDEs> (consulté en mai 2017).

