Environnement Canada Environment Canada

SUIVI ET SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT À L'APPUI DU PLAN DE GESTION DES PRODUITS CHIMIQUES

Sulfonate de perfluorooctane dans l'environnement canadien

Canada

N^{o} de cat. : En14-96/2013F-PDF
ISBN 978-0-660-21009-4

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf avec la permission écrite de l'administrateur des droits d'auteur de la Couronne du gouvernement du Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux (TPSGC). Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec TPSGC au 613-996-6886 ou à droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca.

Photos de la couverture : © Thinkstockphotos.com, collection : iStockphoto

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de l'Environnement, 2013

Also available in English

Table des matières

Surveillance en vertu du Plan de gestion des produits chimiques 1
Renseignements généraux sur le sulfonate de perfluorooctane 2
Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement visant le sulfonate de perfluorooctane 4
Résultats de la surveillance 5
Analyse géographique 5
Analyse temporelle 12
Surveillance des eaux usées et des sites d'enfouissement 18
Conclusion 20
Remerciements 21
Références 21
Pour obtenir davantage de renseignements 24

Le sulfonate de perfluorooctane est une substance synthétique appartenant à la catégorie plus large des composés organofluorés qui sont partiellement ou entièrement saturés de fluor. Le sulfonate de perfluorooctane et ses précurseurs peuvent être couramment utilisés comme produits hydrofuges, oléofuges, antisalissants et imperméables aux graisses pour traiter le papier et les emballages, les tapis et les tissus, ainsi que dans les mousses à formation de pellicule aqueuse pour l'extinction d'incendies de carburant et dans des applications industrielles spécialisées. Ces substances peuvent être rejetées dans l'environnement directement et indirectement (par la dégradation de ses précurseurs) au cours de la fabrication, de l'utilisation ou de l'élimination des produits en contenant. Le sulfonate de perfluorooctane est exceptionnellement persistant, peut être transporté sur de grandes distances et est omniprésent dans l'environnement. Il est préoccupant sur le plan écologique en raison de sa présence répandue, de sa bioaccumulation, et de sa toxicité pour le développement, de son immunotoxicité et de son hépatotoxicité chez les animaux. Au Canada, l'utilisation du sulfonate de perfluorooctane et de ses précurseurs est limitée à des produits précis et à des applications particulières qui sont exemptes de l'interdiction concernant le sulfonate de perfluorooctane mise en place par l'entremise du *Règlement sur le sulfonate de perfluorooctane et ses sels et certains autres composés* publié en juin 2008. Cependant, en raison de son utilisation répandue à l'échelle mondiale depuis les années 1950, il est omniprésent dans l'environnement canadien. Afin de comprendre les risques que pose actuellement le sulfonate de perfluorooctane, le gouvernement du Canada surveille sa présence dans l'environnement et dans certains flux de déchets au Canada. Ce document résume les programmes de surveillance visant le sulfonate de perfluorooctane et fournit des renseignements sur sa répartition spatiale et temporelle au Canada de 1979 à 2011. De plus, il compare les concentrations de sulfonate de perfluorooctane mesurées aux recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement.

Surveillance en vertu du Plan de gestion des produits chimiques

La surveillance (un système de mesures normalisées à long terme) et le suivi (mesures ciblées à court terme) sont des éléments clés du Plan de gestion des produits chimiques du gouvernement du Canada et sont essentiels à la détermination et au suivi des préoccupations environnementales et des risques pour la santé. Les données sur la surveillance alimentent les processus de prise de décisions fondées sur la science et sont utilisées pour évaluer l'efficacité des mesures de gestion des risques, y compris des règlements.

Les scientifiques d'Environnement Canada recueillent des données sur les produits chimiques présents dans l'air[1-3], l'eau douce[4,5], les sédiments[6], le biote aquatique[5,7] et la faune[8-11] à l'échelle du Canada. Ayant reconnu que de nombreux produits chimiques préoccupants sont décelés dans les produits qui finissent par être éliminés dans les réseaux de gestion des déchets et d'assainissement des eaux usées, la surveillance aux sites d'enfouissement et dans les systèmes de traitement des eaux

usées[12-14] est également effectuée en vertu du programme de suivi et de surveillance de l'environnement lié au Plan de gestion des produits chimiques. Également dans le cadre du Plan de gestion des produits chimiques, Santé Canada effectue une biosurveillance humaine ainsi qu'une surveillance dans d'autres milieux préoccupants pour la santé humaine, notamment la poussière de la maison, l'air intérieur et l'eau potable[15].

Renseignements généraux sur le sulfonate de perfluorooctane

Le sulfonate de perfluorooctane est un fluorocarbure synthétique qui contient huit atomes de carbone dans lesquels toutes les liaisons carbone-hydrogène (C-H) sont remplacées par des liaisons carbone-fluor (C-F) (figure 1). La liaison C-F est thermodynamiquement la plus forte liaison connue, ce qui rend ce composé extrêmement persistant dans l'environnement. Le sulfonate de perfluorooctane contient également un groupe sulfoné réactif (SO_3H), qui, avec la chaîne fluorocarbonée, le rend oléofuge et hydrofuge. Le sulfonate de perfluorooctane peut exister sous forme anionique, acide et de sel. Toutefois, dans des conditions environnementales normales où le pH est à peu près neutre, la forme anionique (c.-à-d., $C_8F_{17}SO_3^-$) prédomine, entraînant une très faible volatilité et une grande solubilité dans l'eau. Le sulfonate de perfluorooctane appartient également à une famille plus grande de composés organofluorés qui comprend l'acide perfluorooctanoïque (APFO), ainsi que des composés précurseurs plus volatils qui sont couramment utilisés dans les produits commerciaux et qui finissent par se dégrader en composés tels que le sulfonate de perfluorooctane et l'acide perfluorooctanoïque.

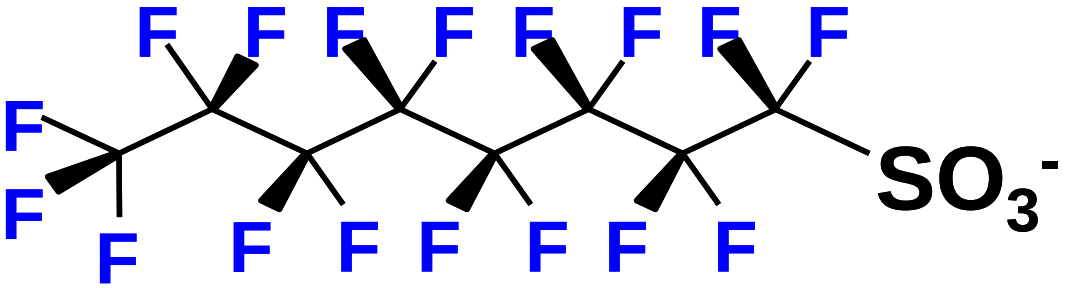

Figure 1. Structure moléculaire du sulfonate de perfluorooctane

En raison de ses propriétés physiques et chimiques, le sulfonate de perfluorooctane est généralement présent à des concentrations plus élevées dans l'eau que dans l'air, et peut être déplacé sur de longues distances par les courants océaniques. En revanche, les précurseurs du sulfonate de perfluorooctane sont plus volatils et peuvent être transportés dans l'air vers des zones éloignées du lieu de rejet initial, où ils sont dégradés par la suite en sulfonate de perfluorooctane. Le sulfonate de perfluorooctane est bioaccumulable et facilement absorbé par les animaux aquatiques et terrestres. Toutefois, contrairement à des contaminants anciens bien connus, tels que les

biphényles polychlorés (BPC) et le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT), qui sont principalement stockés dans les tissus adipeux des organismes, le sulfonate de perfluorooctane se lie aux protéines dans le sang et le foie.

Il n'y a pas de sources naturelles connues de sulfonate de perfluorooctane, de ses sels ou de ses précurseurs. Le sulfonate de perfluorooctane et ses précurseurs n'ont jamais été fabriqués au Canada, mais ils étaient importés sous forme de substances chimiques brutes, de produits, de formulations et dans des articles manufacturés. En 2002, le principal fabricant de sulfonate de perfluorooctane a progressivement mis fin à sa production mondiale. Avant 2002, le sulfonate de perfluorooctane et ses précurseurs étaient rejetés dans l'environnement canadien au cours de la fabrication et de l'utilisation de produits tels que le papier, les emballages, les tapis et les tissus où le sulfonate de perfluorooctane et ses précurseurs étaient appliqués pour les rendre hydrofuges, oléofuges, antisalissants et imperméables aux graisses. À l'heure actuelle, le sulfonate de perfluorooctane et ses précurseurs sont rejetés dans l'environnement au cours de l'utilisation et de l'élimination de produits tels que les mousses extinctrices qui sont exemptées de la réglementation jusqu'en mai 2013. Le sulfonate de perfluorooctane et ses précurseurs peuvent également pénétrer dans l'environnement canadien en raison du transport à grande distance à partir de sources étrangères.

Dans le cadre des activités d'évaluation des risques menées en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*, le gouvernement du Canada a conclu que le sulfonate de perfluorooctane, ses sels et ses précurseurs posent un risque pour l'environnement, mais pas pour la santé humaine[18,19]. D'après ces conclusions, le sulfonate de perfluorooctane, ses sels et ses précurseurs ont été ajoutés à l'annexe 1 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* intitulée Liste des substances toxiques. Le sulfonate de perfluorooctane et ses sels ont également été ajoutés à la liste de quasi-élimination dressée en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*, ce qui démontre l'engagement du gouvernement du Canada en vue d'atteindre la quasi-élimination du sulfonate de perfluorooctane et de respecter les exigences de la *Loi sur la quasi-élimination du sulfonate de perfluorooctane*[20].

Un sondage sur les méthodes d'utilisation publié en 2005 indique que, à l'exception d'environ trois tonnes de sulfonate de perfluorooctane présentes dans les stocks de mousses à formation de pellicule aqueuse, la majeure partie des stocks du Canada a été épuisée[21]. Le *Règlement* publié en 2008 au Canada interdit la fabrication, l'utilisation, la vente et l'importation de sulfonate de perfluorooctane, de ses sels et de ses précurseurs. En vertu du *Règlement*, des exemptions de cinq ans (prenant fin en 2013) ont été accordées aux mousses à formation de pellicule aqueuse et aux suppresseurs de fumée à base de sulfonate de perfluorooctane utilisés dans l'industrie du placage de métaux pour permettre la transition vers l'utilisation de substituts. Des exemptions permanentes dans le cadre d'applications particulières permettent l'utilisation du sulfonate de perfluorooctane dans les procédés photolithographiques,

le matériel photographique et les fluides hydrauliques pour l'aviation. Aux États-Unis, l'Environmental Protection Agency exige que les fabricants et les importateurs soumettent un préavis au moins 90 jours avant toute nouvelle fabrication ou importation de ces substances. À l'échelle internationale, le sulfonate de perfluorooctane a été ajouté à plusieurs accords tels que la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, qui vise à réduire la production et l'utilisation du sulfonate de perfluorooctane à l'échelle internationale. Des études de surveillance à long terme et des travaux de suivi sont effectués afin de déterminer les niveaux de sulfonate de perfluorooctane dans divers milieux naturels au fil du temps.

Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement visant le sulfonate de perfluorooctane

Environnement Canada a rédigé des recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement afin d'aider à évaluer l'importance des concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans l'environnement (tableau 1[22]). Ces recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement visant le sulfonate de perfluorooctane sont fondées sur des études qui font un lien direct entre l'exposition en laboratoire et les effets nocifs chez les animaux. Afin de tenir compte des incertitudes liées au manque de données (p. ex., les études ont utilisé un nombre limité d'espèces animales), les recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement comportent une marge de sécurité. Lorsque les concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans l'environnement sont inférieures aux recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement, il est peu probable qu'il y ait des effets nocifs immédiats sur la vie aquatique ou sur les animaux se nourrissant du biote aquatique. Des concentrations supérieures aux recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement indiquent une augmentation de probabilité d'effets nocifs dans l'environnement. Toutefois, le fait de dépasser ces niveaux ne signifie pas qu'il y a systématiquement des effets nocifs. Des recherches plus poussées, telles que l'échantillonnage sur le terrain de communautés animales, seraient nécessaires pour confirmer que des répercussions négatives se produisent.

Tableau 1. Recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement visant le sulfonate de perfluorooctane.

Air	Sédiments	Eau (ng/L)	Tissus des poissons (ng/g [poids humide])	Régime alimentaire de la faune (ng/g [poids humide] de la nourriture)		Œufs d'oiseaux (ng/g [poids humide])
				Mammifères	Oiseaux	
Sans objet		6 000	8 300	4,6	8,2	1 900

Légende : ng : nanogramme
L : litre
g : gramme

Résultats de la surveillance

Les résultats liés à la surveillance de l'air, des sédiments, de l'eau, des poissons et de la faune sont présentés et sont accompagnés d'une analyse géographique des concentrations récentes (2006 à 2011) de sulfonate de perfluorooctane à l'échelle du Canada (figure 2) et d'une analyse des niveaux de sulfonate de perfluorooctane au Canada au fil du temps (1979 à 2010, figures 3 à 8). Les résultats de la surveillance concernant les sites d'enfouissement et les eaux usées de 2008 à 2010 sont également décrits. Lorsque plusieurs points de données pour un milieu et un emplacement donnés étaient disponibles, la valeur moyenne (moyenne géométrique) est indiquée, sauf pour les comparaisons avec les recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement, où la valeur maximale est utilisée.

Analyse géographique

Au Canada, la répartition géographique du sulfonate de perfluorooctane dans l'air (phase gazeuse et particulaire), les sédiments, les poissons et les oiseaux est en général liée à l'activité humaine (figure 2). Dans de nombreux cas, des concentrations élevées de sulfonate de perfluorooctane ont été enregistrées près des villes, en particulier dans le sud de l'Ontario. Les autres sources potentielles comprennent les aéroports, où l'utilisation de mousses à formation de pellicule aqueuse est autorisée jusqu'en mai 2013. Cependant, il est difficile de déterminer les sources principales pour chaque site avec les renseignements disponibles à l'heure actuelle. Du sulfonate de perfluorooctane a également été trouvé dans des zones rurales et éloignées, quoique à des concentrations plus faibles que dans les centres urbains. Le sulfonate de perfluorooctane des régions sources est transporté vers des sites de référence par transport atmosphérique de ses composés précurseurs ou par transport du sulfonate de perfluorooctane par les courants de rivière et les courants océaniques. Dans les milieux pour lesquels des recommandations pour la qualité de l'environnement existent (eau, tissus des poissons et œufs d'oiseaux), les concentrations de sulfonate de perfluorooctane étaient inférieures aux recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement. Toutefois, les concentrations de sulfonate de perfluorooctane enregistrées dans les poissons et les œufs d'oiseaux dépassaient les recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement pour la protection des mammifères et des oiseaux qui se nourrissent de poissons et d'œufs d'oiseaux, ce qui semble indiquer que ce composé pourrait présenter un risque actuel pour les prédateurs de la faune.

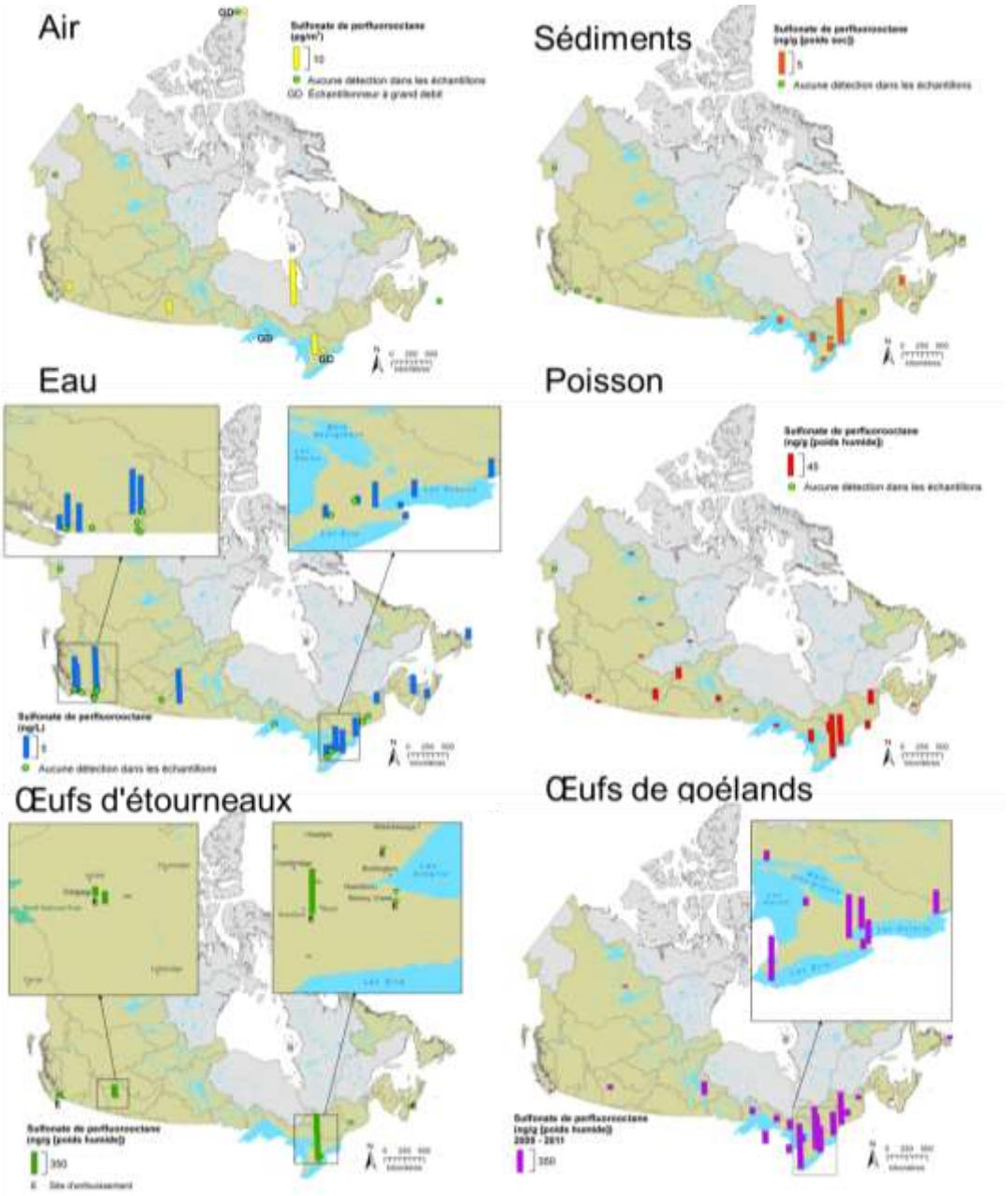

Figure 2. Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans l'air, les sédiments, l'eau, les poissons et la faune (œufs d'Étourneaux sansonnets et de Goélands argentés) partout au Canada entre 2006 et 2011. En ce qui concerne l'air, les concentrations de sulfonate de perfluorooctane ont été établies à partir d'échantillons recueillis en 2009 soit par des échantillonneurs passifs, soit par des échantillonneurs à grand débit (GD). Les échantillons de sédiments ont été recueillis en 2008. Les échantillons d'eau ont été recueillis entre 2007 et 2010 et les échantillons de poissons entre 2006 et 2010. Quant aux œufs d'étourneaux, ils ont été recueillis dans des échantillons combinés en 2009, les sites désignés par un E signifient que les œufs ont été recueillis aux décharges (p. ex., sites d'enfouissement). Quant aux goélands, les œufs ont été recueillis dans des échantillons combinés entre 2009 et 2011. Les tendances spatiales pour les échantillons individuels prélevés sur des goélands en 2008 sont semblables et ne sont pas indiquées. Les cercles verts représentent les sites où des concentrations de sulfonate de perfluorooctane n'ont pas été détectées. Lorsqu'il y avait plus d'un point de données disponible pour un milieu ou un emplacement donné, la valeur moyenne (moyenne géométrique) a été indiquée sur les cartes.

Air : La surveillance du sulfonate de perfluorooctane dans l'air dans tout le Canada fournit des renseignements sur les niveaux de sulfonate de perfluorooctane au sein du pays, ainsi que sur les quantités qui pénètrent au Canada à partir de sources internationales. Les mesures dans l'air ont été obtenues à l'aide de deux méthodes : l'échantillonnage d'air à grand débit[1,2] et l'échantillonnage passif de l'air[3]. Les échantillonneurs d'air à grand débit mesurent un plus grand volume d'air et détectent mieux les faibles concentrations de sulfonate de perfluorooctane souvent présentes dans l'environnement. Toutefois, les échantillonneurs d'air passifs sont capables de recueillir des données sur l'exposition à long terme, et ils peuvent être avantageux dans bien des cas, parce qu'ils sont simples, faciles à transporter jusqu'à des sites éloignés et qu'ils ne nécessitent pas une source d'alimentation.

L'échantillonnage à l'aide d'échantillonneurs à grand débit a été effectué à trois endroits au Canada en 2009 et on a observé que les concentrations de sulfonate de perfluorooctane (moyenne géométrique) étaient trois fois plus élevées dans l'air de Toronto (1,5 picogramme par mètre cube [pg/m^3]) que dans celui du lac Supérieur (0,43 pg/m^3). Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane étaient inférieures au seuil de détection de 0,2 pg/m^3 à la station de l'Extrême-Arctique canadien (Alert, Nunavut); cependant, les concentrations de ses précurseurs détectées pouvaient atteindre plusieurs picogrammes par mètre cube.

Photo : © Environnement Canada, Pat Roach

L'échantillonnage à l'aide d'échantillonneurs passifs a été effectué à huit endroits au Canada en 2009, sur une période de trois mois. Des concentrations de sulfonate de perfluorooctane ont été détectées à Toronto (Ontario) (8 pg/m^3), dans un site agricole de la Saskatchewan (5 pg/m^3), à Whistler (Colombie-Britannique) (4 pg/m^3), et à Alert (Nunavut) (2 pg/m^3). Des concentrations élevées de sulfonate de perfluorooctane (18 pg/m^3) ont été décelés à un site situé dans le nord de l'Ontario. Toutefois, ces points de données se basaient sur un seul échantillon. On n'a pas décelé de sulfonate de perfluorooctane dans les autres sites canadiens. Les niveaux de sulfonate de perfluorooctane mesurés au Canada à l'aide d'échantillonneurs passifs étaient nettement inférieurs à ceux mesurés à Paris (France) (150 pg/m^3), mais comparables à ceux de Sydney (Floride) (3,4 pg/m^3), Tudor Hill (Bermudes) (6,1 pg/m^3), Malin Head (Irlande) (3,3 pg/m^3) et Hilo (Hawaï) (6,6 pg/m^3)[3].

En général, les résultats ont révélé que les concentrations atmosphériques de sulfonate de perfluorooctane dans les zones urbaines (p. ex., Toronto) étaient du même ordre de grandeur que celles des sites plus éloignés (p. ex., le lac Supérieur), ce qui montre la diffusion généralisée du sulfonate de perfluorooctane dans l'atmosphère canadienne. Aucune recommandation fédérale pour la qualité de l'environnement n'existe pour le sulfonate de perfluorooctane dans l'air.

Sédiments : En 2008, 65 échantillons de sédiments de surface ont été prélevés sur 18 sites dans l'ensemble du Canada. La concentration de sulfonate de perfluorooctane la plus élevée dans les sédiments a été relevée dans le lac Ontario (moyenne géométrique = 10 ng/g [poids sec]). Du sulfonate de perfluorooctane a également été décelé dans les sédiments d'eaux libres des autres Grands Lacs à des concentrations de 0,89, 2,2 et 1,4 ng/g (poids sec) dans le lac Érié, le lac Huron et le lac Supérieur, respectivement. Aux ports de Hamilton et de Toronto (lac Ontario) et près de Thunder Bay (lac Supérieur), les concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les sédiments s'élevaient à 0,64, 1,9 et 0,54 ng/g (poids sec). La concentration de sulfonate de perfluorooctane dans les sédiments du lac Simcoe (Ontario) (moyenne géométrique = 0,76 ng/g [poids sec]) était comparable à celles des sites des Grands Lacs, à l'exception du lac Ontario[23]. En aval du bassin versant des Grands Lacs, la concentration de sulfonate de perfluorooctane dans le lac Saint-Pierre (Québec) s'élevait à 0,16 ng/g [poids sec]. Dans les provinces de l'Atlantique, on a décelé du sulfonate de perfluorooctane dans la rivière Nappan, un site industriel situé au Nouveau-Brunswick (2 ng/g [poids sec]), le lac Kejimkujik (Nouvelle-Écosse) (0,28 ng/g [poids sec]) et la rivière Little Sackville (N.-É.) (0,19 ng/g [poids sec]). Dans l'ouest du Canada, on a décelé du sulfonate de perfluorooctane uniquement dans le lac Osoyoos (C.-B.) (0,36 ng/g [poids sec]). On n'a pas décelé de sulfonate de perfluorooctane dans les autres sites surveillés.

Dans l'ensemble, bien que la concentration la plus élevée de sulfonate de perfluorooctane dans les sédiments ait été observée dans le lac Ontario, qui est urbanisé, les niveaux n'étaient pas toujours associés à la population humaine. Par exemple, des concentrations relativement faibles de sulfonate de perfluorooctane ont été relevées dans

le lac Érié, qui est une région très développée, ainsi que dans les ports de Hamilton et de Toronto. Ces concentrations étaient comparables à celles de sites plus éloignés (p. ex., le lac Supérieur). Aucune recommandation fédérale pour la qualité de l'environnement n'existe pour le sulfonate de perfluorooctane dans les sédiments.

Eau : Des échantillons d'eau ont été prélevés dans les Grands Lacs, ainsi que dans les cours d'eau et rivières de tout le pays[4,5] de 2007 à 2010 afin d'y déceler la présence de sulfonate de perfluorooctane. La concentration de sulfonate de perfluorooctane était la plus élevée à un site du ruisseau Mill situé à Kelowna (C.-B.) (moyenne géométrique = 10 ng/L). Cette section du ruisseau Mill est urbanisée et influencée par les eaux de ruissellement urbaines. En outre, le ruisseau Wascana situé à Regina (Saskatchewan) contenait une concentration relativement élevée de sulfonate de perfluorooctane (moyenne géométrique = 7,8 ng/L). Ce site du ruisseau Wascana se situe à 8,5 km en aval du point de rejet d'une usine de traitement des eaux usées et est la station de collecte d'eau la plus touchée par les apports de l'usine de traitement des eaux usées. Des valeurs détectables (> 2 ng/L) ont également été relevées dans le sud de l'Ontario (port de Hamilton, rivière Niagara à Fort Érié, lac Ontario à l'île Wolfe, rivière Grand et rivière Thames), dans le fleuve Saint-Laurent à Québec, à Vancouver (C.-B.) (ruisseau Still et rivière Serpentine), à Abbotsford (C.-B.) (ruisseau Fishtrap) et dans trois sites de l'Atlantique (rivière Napan [N.-B.], rivière Sackville [N.-É.] et rivière Waterford [Terre-Neuve-et-Labrador]).

Plusieurs des rivières et des cours d'eau contenant des niveaux relativement élevés de sulfonate de perfluorooctane étaient situés dans des villes et étaient donc influencés par les activités urbaines. En comparaison, des concentrations de sulfonate de perfluorooctane ont été principalement décelées dans des plans d'eau de régions non urbaines et de sites de référence. La recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement visant le sulfonate de perfluorooctane dans l'eau est de 6 000 ng/L, ce qui est 200 fois plus que la plus forte concentration mesurée dans l'eau au Canada (31 ng/L dans le ruisseau Mill à Kelowna, [C.-B.]). Par conséquent, les niveaux actuels de sulfonate de perfluorooctane dans l'eau aux sites d'échantillonnage canadiens sélectionnés présentent un faible risque pour la vie aquatique[1]*.

Poissons : Des poissons prédateurs au sommet de la chaîne alimentaire (p. ex., le touladi et le doré jaune) ont été recueillis dans 21 sites situés dans tout le Canada de 2006 à 2010. Les niveaux de sulfonate de perfluorooctane variaient considérablement, les concentrations les plus élevées étant observées chez le touladi du lac Érié (moyenne géométrique = 90 ng/g [poids humide]) et du lac Ontario (moyenne géométrique = 62 ng/g [poids humide]). Des concentrations relativement élevées de sulfonate de perfluorooctane (moyenne géométrique) ont également été relevées chez le doré jaune du fleuve Saint-Laurent (30 ng/g [poids humide]), du réservoir Codette (Saskatchewan)

[1]* Cette recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement concernant l'eau n'est pas conçue pour protéger contre la bioaccumulation (voir les recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement sur le régime alimentaire et les résidus dans les tissus).

(24 ng/g [poids humide]) et du lac Diefenbaker (Saskatchewan) (23 ng/g [poids humide]) ainsi que chez le touladi du havre Peninsula (Ontario) (24 ng/g [poids humide]) et du lac Champlain (Québec) (17 ng/g [poids humide]). Les niveaux chez les poissons étaient principalement faibles (< 3 ng/g [poids humide]) dans les plans d'eau situés dans le nord du Canada, les régions du Pacifique et de l'Atlantique ainsi que le lac Supérieur.

En général, les résultats concernant les poissons indiquaient des concentrations relativement élevées de sulfonate de perfluorooctane dans les zones urbaines, en particulier dans le sud de l'Ontario, comparativement aux lacs échantillonnés plus éloignés. La recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement concernant les tissus des poissons sont de 8 300 ng/g (poids humide), ce qui est 12 fois plus que la plus forte concentration mesurée chez les poissons au Canada (189 ng/g [poids humide] dans le lac Érié). Cela laisse entendre qu'il est peu probable que l'exposition au sulfonate de perfluorooctane ait des effets nocifs sur les poissons.
En revanche, les niveaux de sulfonate de perfluorooctane pourraient présenter un risque potentiel pour les prédateurs de poissons de la faune de certains des systèmes (recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement = 4,6 ng/g [poids humide] et 8,2 ng/g [poids humide] pour les mammifères et les oiseaux prédateurs, respectivement).

Photo : © Environnement Canada, Mandi Clark

Faune : Le sulfonate de perfluorooctane est actuellement surveillé dans les œufs de deux espèces d'oiseaux : les goélands et les Étourneaux sansonnets. Les goélands se nourrissent souvent de poissons et offrent ainsi une indication de la contamination du milieu aquatique. Bien que l'échantillonnage de goélands se soit axé sur les Goélands argentés, lorsqu'aucun n'était présent, d'autres espèces apparentées étaient surveillées (c.-à-d. Goélands de Californie, Goélands à bec cerclé et Goélands à ailes grises). En 2008, les œufs des goélands étaient mesurés individuellement, tandis qu'entre 2009 et 2011, ils étaient mesurés dans des échantillons combinés[8]. Les résultats des œufs individuels et des œufs regroupés diffèrent souvent; par conséquent, ils font l'objet de rapports distincts dans le présent document. En ce qui concerne les œufs de goélands individuels, des concentrations relativement élevées de sulfonate de perfluorooctane (moyenne géométrique) ont été décelées dans des zones urbanisées des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, avec des niveaux supérieurs à 260 ng/g (poids humide). Les concentrations étaient plus faibles (moyennes géométriques comprises entre 7 et 115 ng/g [poids humide]) dans les zones non urbaines, ainsi que dans les colonies marines sur les côtes atlantique et pacifique. De fortes concentrations ont également été trouvées dans les Grands Lacs dans les œufs de goélands regroupés recueillis entre 2009 et 2011, les niveaux les plus élevés ayant été découverts dans le lac Érié (676 ng/g [poids humide]). Contrairement à ceux des goélands, les œufs des Étourneaux sansonnets donnent des renseignements sur les systèmes terrestres et les Étourneaux sansonnets se nourrissent plus bas dans le réseau trophique. Des Étourneaux sansonnets ont été recueillis dans des décharges (c.-à-d. des sites d'enfouissement) et dans d'autres sites en 2009, et ils ont été mesurés dans des échantillons combinés. La concentration de sulfonate de perfluorooctane la plus élevée (moyenne géométrique de 703 ng/g [poids humide]) a été trouvée dans des œufs d'étourneaux recueillis dans le site d'enfouissement de Brantford (Ontario), qui se situe dans une région fortement urbanisée du sud de l'Ontario. Des concentrations de sulfonate de perfluorooctane relativement élevées (moyenne géométrique = 148 ng/g [poids humide]) ont également été trouvées dans les œufs d'étourneaux recueillis dans le site d'enfouissement de Calgary. Toutefois, en dehors de ces deux sites d'enfouissement, les concentrations de sulfonate de perfluorooctane aux sites d'enfouissement n'étaient pas supérieures à celles dans les autres sites. Par exemple, les concentrations de sulfonate de perfluorooctane (moyenne géométrique) étaient plus élevées chez les étourneaux recueillis dans les collectivités urbaines d'Indus (Alberta) (199 ng/g [poids humide]), de Delta (C.-B.) (75 ng/g [poids humide]) et de Hamilton (Ontario) (41 ng/g [poids humide]) que chez ceux recueillis dans les sites d'enfouissement de Langley (C.-B.) (5,6 ng/g [poids humide]), de Halton (Ontario) (29 ng/g [poids humide]), de Stoney Creek (Ontario) (28 ng/g [poids humide]) et d'Otter Lake (N.-É.) (18 ng/g [poids humide]).

Comme cela est illustré ci-dessus, les tendances spatiales des concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les œufs de goélands étaient liées aux populations humaines. En comparaison, en ce qui concerne les œufs d'étourneaux, bien que la concentration de sulfonate de perfluorooctane la plus élevée ait été observée dans le site d'enfouissement extrêmement industrialisé de Brantford (Ontario), les niveaux n'étaient pas toujours plus élevés dans les œufs provenant d'emplacements

urbains ou industrialisés que dans ceux provenant d'emplacements plus reculés. La recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement relative aux œufs d'oiseaux (1 900 ng/g [poids humide]) était 2,3 fois supérieure à la concentration de sulfonate de perfluorooctane la plus élevée observée chez les goélands (811 ng/g [poids humide] dans le lac Érié). Lorsque le site d'enfouissement de Brantford (Ontario) a été exclu, la recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement relative aux œufs d'oiseaux était 7,5 fois supérieure à la concentration la plus élevée de sulfonate de perfluorooctane chez les étourneaux (254 ng/g [poids humide] à Indus [Alberta]). La recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement relative aux œufs d'oiseaux était 1,6 fois plus élevée que les concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les œufs d'étourneaux sur le site d'enfouissement de Brantford (Ontario) (maximum = 1 184 ng/g [poids humide]). Ces résultats suggèrent que le sulfonate de perfluorooctane représente un risque mineur pour les oiseaux. Toutefois, les dépassements des recommandations étaient courants chez leurs consommateurs fauniques (recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement = 4,6 ng/g [poids humide] pour les prédateurs mammifères et 8,2 ng/g [poids humide] pour les prédateurs aviaires).

Photo : © Environnement Canada, Chip Weseloh

Analyse temporelle

Les tendances temporelles du sulfonate de perfluorooctane ont été étudiées dans l'air, dans les sédiments en suspension, dans les carottes de sédiments, chez le touladi et dans les œufs de Goélands argentés. La majorité des données relatives aux tendances temporelles concernent le lac Ontario; toutefois, les œufs de Goélands argentés ont été étudiés à fin de déceler des concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans des colonies de chacun des cinq Grands Lacs, et l'air de l'Arctique a été évalué pour déceler des composés précurseurs du sulfonate de perfluorooctane. Dans la plupart des cas, les niveaux de sulfonate de perfluorooctane ont nettement augmenté jusqu'à la fin des années 1990 et au début des années 2000, ce qui correspond à une augmentation des volumes de production. Cependant, au cours des dernières années, les tendances des concentrations variaient selon l'emplacement et le milieu. Il faudra peut-être davantage de temps avant que l'évolution actuelle de l'utilisation et des rejets de sulfonate de perfluorooctane et de ses précurseurs en Amérique du Nord et dans le monde aboutisse à des tendances claires dans divers milieux environnementaux et emplacements.

Air : Le sulfonate de perfluorooctane et ses précurseurs ont été échantillonnés à la station de l'Extrême-Arctique canadien (à Alert, au Nunavut) à l'aide d'un échantillonneur d'air à grand débit en 2006. Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane étaient inférieures au seuil de détection de 0,2 pg/m^3 à Alert (Nunavut); cependant, des précurseurs du sulfonate de perfluorooctane ont été détectés. L'un de ces précurseurs est le *N*-méthyl perfluorooctane

sulfonamidoéthanol (figure 3). Le *N*-méthyl perfluorooctane sulfonamidoéthanol est plus facile à détecter dans l'air en raison de sa volatilité plus élevée que celle du sulfonate de perfluorooctane. Les concentrations de ce composé précurseur du sulfonate de perfluorooctane oscillaient entre des quantités non détectables et 2,6 pg/m^3,et indiquent des tendances générales à la baisse. Des mesures continues sont requises pour étudier quels facteurs ont une influence sur le transport du sulfonate de perfluorooctane et de ses composés précurseurs dans l'Arctique, afin de comprendre la capacité de transport à grande distance de ces produits chimiques.

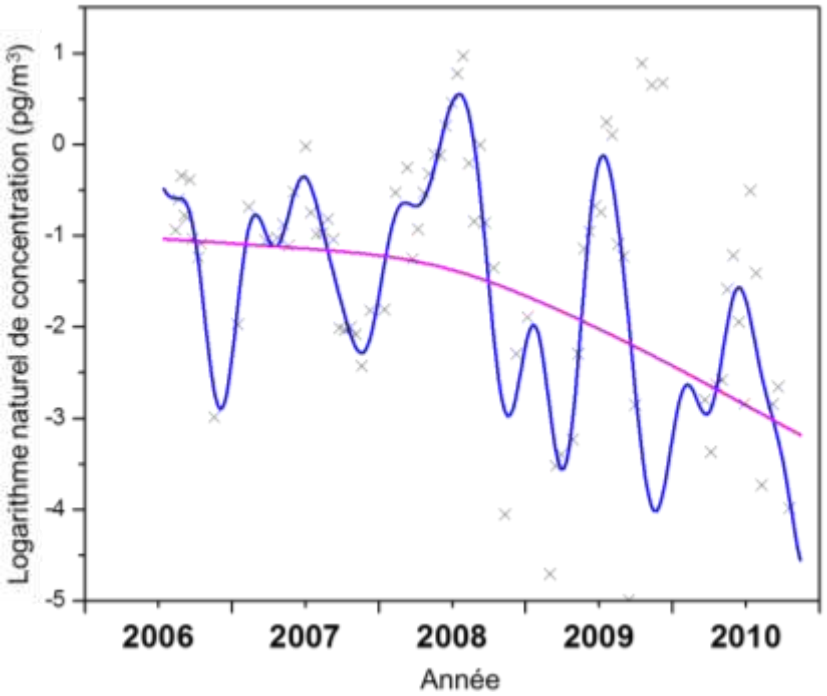

Figure 3. Concentrations du composé précurseur du sulfonate de perfluorooctane, le *N*-méthyl perfluorooctane sulfonamidoéthanol, dans l'air (pg/m^3) à Alert, au Nunavut, entre 2006 et 2010.

Sédiments en suspension : Des sédiments en suspension ont été prélevés tous les ans depuis les années 1980 dans l'eau de la rivière Niagara qui se jette dans le lac Ontario. Les échantillons ont été analysés au ministère de l'Environnement de l'Ontario pour déceler la présence de sulfonate de perfluorooctane[6]. La rivière Niagara représente la plus grande contribution d'eau dans le lac Ontario, avec environ 80 % du débit affluent total dans le lac. Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les sédiments en suspension ont augmenté entre le début des années 1980 (0,47 ng/g [poids sec]) et 2001, année pendant laquelle un pic de concentration de 1,1 ng/g (poids sec) a été atteint (figure 4). Après cette période, la concentration de sulfonate de perfluorooctane a diminué continuellement pour atteindre 0,48 ng/g (poids sec) en 2006. Les tendances à long terme de sulfonate de perfluorooctane dans les sédiments en suspension ressemblent plus étroitement aux volumes de production supposés en Amérique du Nord et reflètent l'élimination progressive de la production de sulfonate de perfluorooctane de 2002 par le fournisseur principal, par rapport à d'autres milieux. Cela n'est peut-être pas surprenant, étant donné que des sédiments

en suspension ont été prélevés dans des échantillons d'eau filtrés, et sont donc probablement représentatifs des charges directes dans le lac.

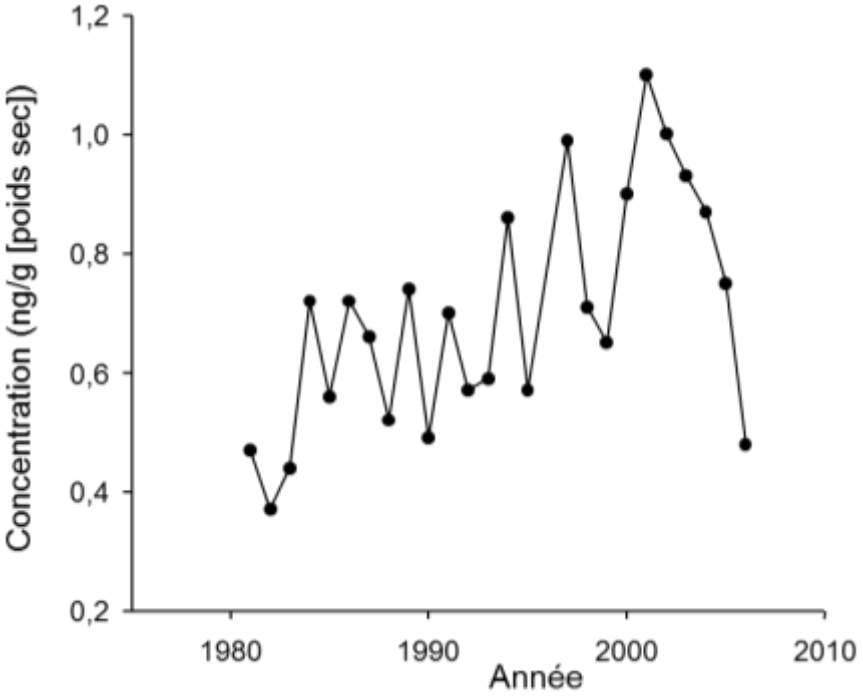

Figure 4. Concentrations de sulfonate de perfluorooctane (ng/g [poids sec]) dans les sédiments en suspension dans la rivière Niagara.

Carottes de sédiments : Trois carottes de sédiments ont été recueillies dans le lac Ontario en 2006, datées à l'aide de méthodes de radio-isotopes, et analysées aux fins de détection du sulfonate de perfluorooctane au ministère de l'Environnement del'Ontario[6]. La figure 5 illustre les résultats de l'une de ces carottes de sédiments. Les tendances sont semblables pour les deux autres carottes et ne sont donc pas indiquées. La concentration de sulfonate de perfluorooctane a augmenté dans les carottes de sédiments du lac Ontario entre le début de la collecte des données et 2004, et elle n'a pas reflété l'élimination progressive de 2002 par le fournisseur principal. L'absence de correspondance entre les données relatives aux carottes de sédiments et les quantités présumées des charges pourrait résulter du fait que la tendance concernant les carottes de sédiments était basée sur seulement cinq mesures datées d'entre 1980 et 2004. Cette tendance temporelle ne comprend qu'un point de données ultérieur à l'élimination

Photo : © Environnement Canada, Suzie Proulx

progressive de la production de sulfonate de perfluorooctane de 2002 par le fournisseur principal. Il convient de noter qu'une meilleure résolution serait difficile à atteindre en raison de la lenteur de dépôt et d'incorporation des particules dans les sédiments du lac Ontario. Une surveillance continue des carottes de sédiments est nécessaire, car quelques années supplémentaires pourraient être nécessaires avant que la réduction de l'utilisation du sulfonate de perfluorooctane dans ce milieu soit reflétée.

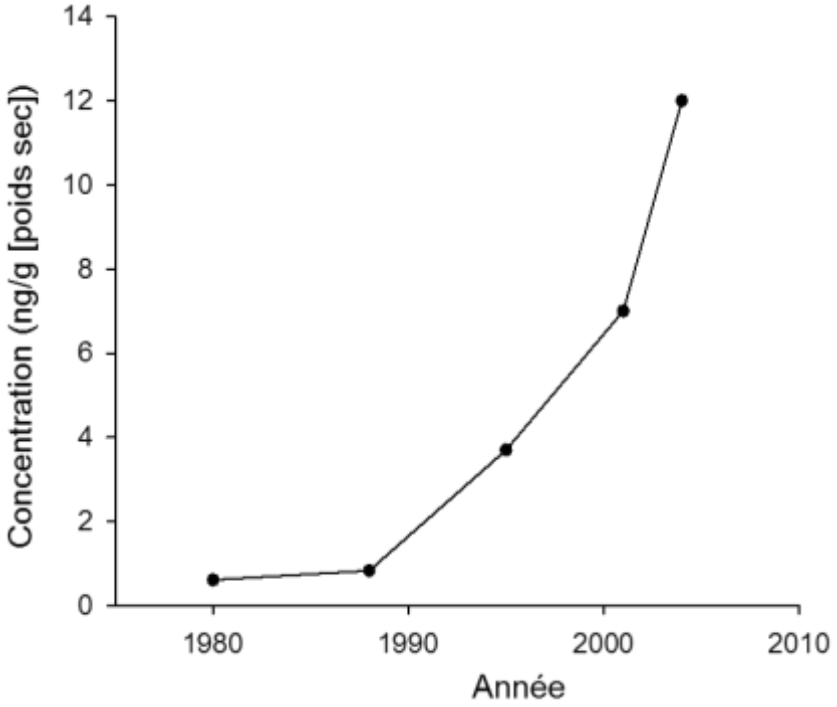

Figure 5. Concentrations de sulfonate de perfluorooctane (ng/g [poids sec]) dans un échantillon de carotte de sédiments du lac Ontario recueilli en 2006.

Poissons : Afin de fournir une perspective à long terme relative au sulfonate de perfluorooctane chez le touladi du lac Ontario, des mesures annuelles effectuées par Environnement Canada (1997-2010)[7] ont été combinées avec les concentrations en sulfonate de perfluorooctane que Furdui et ses collègues[24,25] ont déterminé dans les échantillons archivés de touladi (1979-2004). Ces échantillons archivés ont également été prélevés dans le lac Ontario par Environnement Canada et Pêches et Océans Canada, et ont été analysés aux fins de détection du sulfonate de perfluorooctane par le ministère de l'Environnement de l'Ontario. Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane chez le touladi du lac Ontario ont présenté une augmentation globale entre 1979 et 2000 (figure 6). Toutefois, après cette période, les tendances relatives à la concentration se sont stabilisées, avec des niveaux de moyenne géométrique oscillant entre 44 et 109 ng/g (poids humide). Ces résultats laissent penser que malgré le fait que l'augmentation du sulfonate de perfluorooctane chez le touladi du lac Ontario se soit interrompue à la suite de l'élimination progressive de la production de sulfonate de perfluorooctane de 2002 par le fournisseur principal,

les baisses de concentration correspondantes n'ont pas encore été observées chez les poissons. L'absence de déclin récent pourrait résulter du grand nombre de processus, outre les charges chimiques, qui ont une incidence sur l'accumulation de sulfonate de perfluorooctane dans les biotes tels que le touladi. Par exemple, la quantité de sulfonate de perfluorooctane chez les poissons dépend de leur régime alimentaire, du taux d'accumulation du sulfonate de perfluorooctane et de ses composés précurseurs provenant de l'eau et de la nourriture, et du taux auquel les composés précurseurs sont transformés en sulfonate de perfluorooctane dans les poissons, dans leur nourriture et dans leur environnement. Ainsi, les mesures volontaires et réglementaires peuvent ne pas se refléter dans les concentrations de sulfonate de perfluorooctane chez le touladi du lac Ontario avant plusieurs années. Pour toutes les années, les concentrations observées chez le touladi étaient inférieures d'au moins un ordre de grandeur à la recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement relative aux tissus de poissons (8 300 ng/g [poids humide]), mais elles étaient 1,5 à 27 fois plus élevées que la recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement relative au régime alimentaire de la faune. Par conséquent, bien que le sulfonate de perfluorooctane ne représente pas un danger pour le touladi du lac Ontario, il est présent à des concentrations qui pourraient être dangereuses pour les consommateurs fauniques de ces poissons.

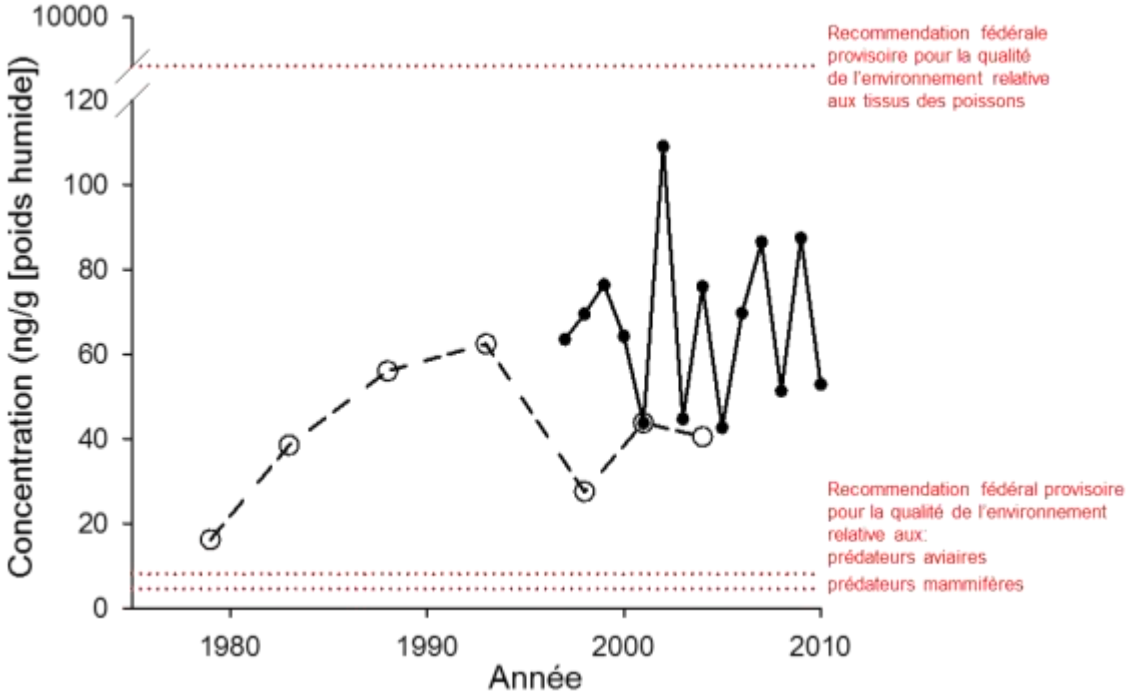

Figure 6. Concentrations moyennes géométriques de sulfonate de perfluorooctane chez le touladi (ng/g [poids humide]) du lac Ontario de 1979 à 2010. La ligne discontinue représente les données déclarées par Furdui *et al.* (2007 et 2008), et la ligne pleine représente les données d'Environnement Canada. Les recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement concernant les tissus de poissons et le régime alimentaire des mammifères et de la faune aviaire sont indiquées aux fins de comparaison (lignes rouges pointillées).

Faune : Le sulfonate de perfluorooctane a fait l'objet d'une surveillance dans les œufs de Goélands argentés de sept colonies réparties dans la région des Grands Lacs en 1990, et chaque année entre 1997 et 2010. Les données sur les goélands provenant des régions les plus urbanisées du sud de l'Ontario sont présentées à la figure 7. De même, la figure 8 montre les niveaux de sulfonate de perfluorooctane dans les œufs de goélands provenant de trois colonies plus éloignées dans les lacs Huron et Supérieur. Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane moyennes provenant des colonies plus urbanisées variaient entre environ 150 et 930 ng/g (poids humide) dans les œufs. Toutefois, tout comme les tendances observées pour le touladi du lac Ontario, les niveaux de sulfonate de perfluorooctane n'ont pas connu de déclins constants en réponse à l'élimination progressive de la production de sulfonate de perfluorooctane de 2002 par le fournisseur principal. Les niveaux de sulfonate de perfluorooctane dans les œufs de goélands provenant des colonies les plus éloignées variaient considérablement également entre les années (entre 80 et 375 ng/g [poids humide]); toutefois, contrairement aux colonies urbanisées, un déclin général était évident. Ces résultats indiquent que les tendances temporelles peuvent varier selon les emplacements, même s'il s'agit du même milieu ou de la même espèce. Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les œufs de Goélands argentés étaient inférieures aux concentrations indiquées dans la recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement concernant les œufs d'oiseaux (1 900 ng/g [poids humide]) pour toutes les années et tous les emplacements, mais elles étaient de 10 à 200 fois plus élevées que les concentrations indiquées dans la recommandation fédérale provisoire pour la qualité de l'environnement concernant le régime alimentaire de la faune. Par conséquent, comme dans le cas des poissons, bien que le sulfonate de perfluorooctane ne représente pas un risque pour les œufs de Goélands argentés en tant que tels, il est présent à des niveaux potentiellement dangereux pour les prédateurs fauniques des goélands.

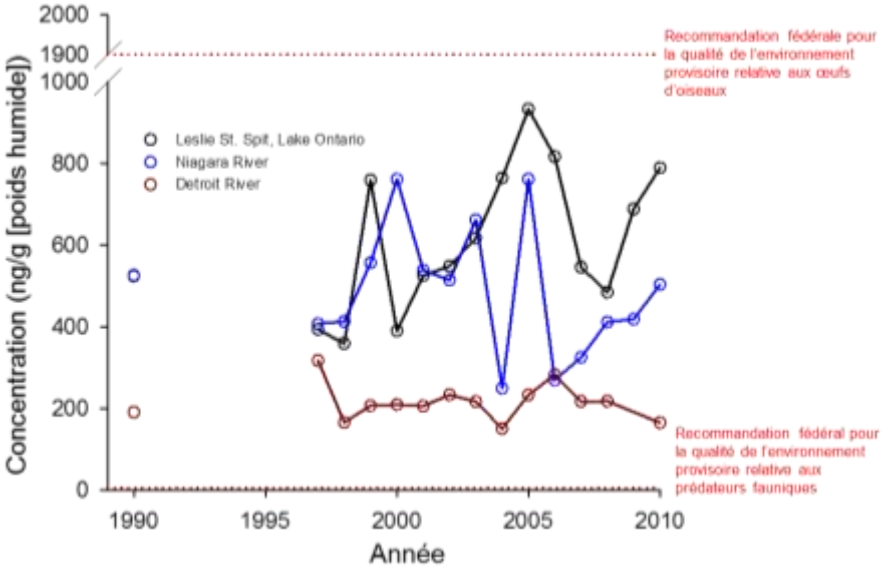

Figure 7. Concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les œufs de Goélands argentés (ng/g [poids humide]) du lac Ontario (flèche littorale de la rue Leslie), de la rivière Niagara

et de la rivière Détroit (île Fighting) de 1990 à 2010. Les recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement concernant les œufs d'oiseaux et le régime alimentaire de la faune sont indiquées aux fins de comparaison (lignes rouges pointillées).

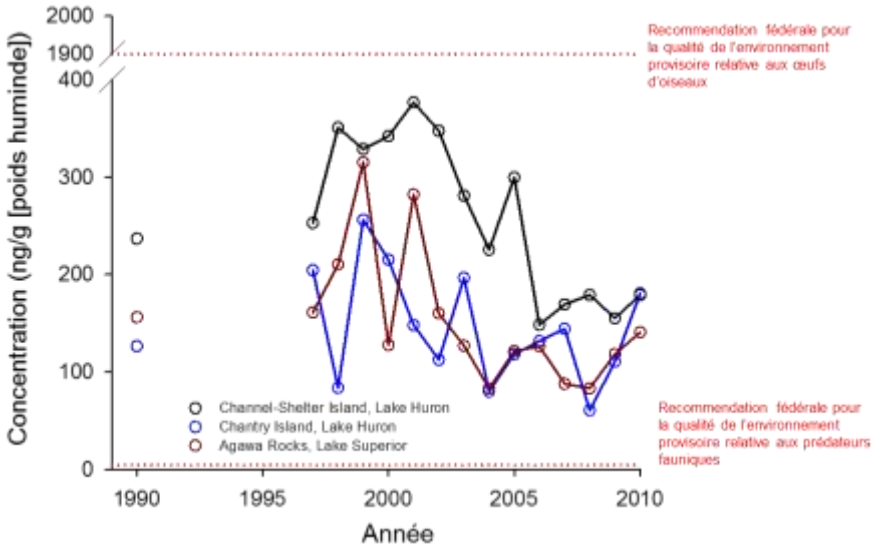

Figure 8. Concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les œufs de Goélands argentés (ng/g [poids humide]) du lac Huron (îles Channel-Shelter et Chantry) et du lac Supérieur (rocher Agawa) de 1997 à 2010. Les recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement concernant les œufs d'oiseaux et le régime alimentaire de la faune sont indiquées aux fins de comparaison (lignes rouges pointillées).

Surveillance des eaux usées et des sites d'enfouissement

La composante de traitement des eaux usées du programme de suivi et de surveillance du Plan de gestion des produits chimiques fournit de l'information sur l'importance des rejets d'effluents d'eaux usées et de l'application au sol des biosolides traités comme sources de sulfonate de perfluorooctane dans l'environnement et de l'information sur les changements dans les niveaux de sulfonate de perfluorooctane provenant de ces sources au fil du temps. Pendant la période 2009-2010, 20 réseaux d'assainissement municipaux, représentant les processus typiques de traitement des eaux usées au Canada, ont été échantillonnés en été et en hiver. Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane des affluents bruts dans tous les réseaux d'assainissement se situaient entre des niveaux inférieurs au seuil de détection (variant de 1,49 ng/L à 7,92 ng/L) à 1 140 ng/L, avec une valeur médiane de 4,93 ng/L et une fréquence de détection de 60 %. Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les effluents terminaux se situaient entre des niveaux inférieurs au seuil de détection (variant de 1,92 ng/L à 6,27 ng/L) à 1 260 ng/L, avec une valeur médiane de 5,73 ng/L et une fréquence de détection de 81 %. Une analyse préliminaire indique que les concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les effluents terminaux ont augmenté dans les systèmes surveillés par le programme. Cette augmentation peut être attribuable à la production de sulfonate de perfluorooctane lors de la répartition des précurseurs pendant les processus de traitement des eaux usées. Les résultats de l'analyse des matières solides des eaux usées présentaient des concentrations médianes

de sulfonate de perfluorooctane de 13,6 ng/g (poids sec) dans les boues primaires (n = 111, fréquence de détection de 31 %), de 36,8 ng/g (poids sec) dans les boues activées excédentaires (n = 78, fréquence de détection de 90 %) et de 13,7 ng/g (poids sec) dans les biosolides traités (n = 107, fréquence de détection de 91 %). Ces résultats préliminaires indiquent que le sulfonate de perfluorooctane est présent de manière constante dans les matières solides et les effluents des eaux usées. Les niveaux dans ces biosolides traités (parties par milliard [ppb]) sont trois fois plus élevés que les niveaux dans les effluents (parties par billion [ppt]).

Photo : © Environnement Canada, Shirley Anne Smyth

Afin de surveiller les rejets potentiels de sulfonate de perfluorooctane d'un segment du secteur des déchets solides, du lixiviat des sites d'enfouissement a été prélevé dans dix sites municipaux d'enfouissement des déchets solides canadiens en 2009 et en 2010. Les sites d'enfouissement reçoivent tous des déchets municipaux et certains reçoivent également des déchets de construction, des déchets industriels et des boues d'épuration. Des échantillons ont été recueillis avant le traitement sur place à tous les dix sites d'enfouissement. Les échantillons de lixiviat traité ont été prélevés auprès de trois des dix sites d'enfouissement. Les concentrations de sulfonate de perfluorooctane dans les échantillons de lixiviat brut se situaient entre des niveaux inférieurs au seuil de détection (variant de 9,5 ng/L à 44 ng/L) à 744 ng/L, avec une valeur médiane de 22 ng/L et une fréquence de détection de 48 %. Les concentrations dans les échantillons de lixiviat traité se situaient entre des niveaux inférieurs au seuil de

détection (variant de 9,8 ng/L à 20 ng/L) à 2 070 ng/L, avec une valeur médiane de 20 ng/L et une fréquence de détection de 40 %. Dans certains cas, les concentrations de sulfonate de perfluorooctane ont augmenté à la suite du traitement, ce qui est vraisemblablement attribuable à la répartition des composés précurseurs, tout comme la surveillance d'une usine de traitement des eaux usées décrite précédemment. Environ 87 % des lixiviats produits au Canada sont traités par les usines de traitement des eaux usées.

Les programmes de surveillance des eaux usées et des sites d'enfouissement visant le sulfonate de perfluorooctane ont mis l'accent sur les émissions dans le milieu aquatique et les biosolides. En revanche, il existe peu de renseignements sur le potentiel d'émission du sulfonate de perfluorooctane dans l'atmosphère par les usines de traitement des eaux usées et les sites d'enfouissement. Pour répondre à ce besoin, l'air à une usine de traitement des eaux usées en Ontario et à deux sites d'enfouissement a fait l'objet de surveillance du sulfonate de perfluorooctane et des composés précurseurs volatils du sulfonate de perfluorooctane entre juin et septembre 2009 à l'aide des échantillonneurs atmosphériques actifs et passifs[13,14]. À l'usine de traitement des eaux usées, les concentrations de sulfonate de perfluorooctane et les composés précurseurs du sulfonate de perfluorooctane étaient sept et quatre fois plus élevés, respectivement, comparativement aux sites de référence en amont et en aval. De même, aux sites d'enfouissement, les concentrations de sulfonate de perfluorooctane et les composés précurseurs du sulfonate de perfluorooctane étaient environ trois et deux fois plus élevés, respectivement, que les sites en amont.

Conclusion

Les niveaux de sulfonate de perfluorooctane étaient généralement plus élevés dans les zones urbaines et industrialisées du Canada que dans les zones rurales et éloignées. Comme pour d'autres études, ces données indiquent que les activités humaines, comme l'utilisation et l'élimination des produits de consommation contenant du sulfonate de perfluorooctane et les déversements dans les eaux usées, continuent d'être des sources de sulfonate de perfluorooctane dans l'environnement. Les autres sources comprennent les aéroports, où l'utilisation de mousses à formation de pellicule aqueuse est autorisée jusqu'en mai 2013, ainsi que les autres aires d'exercices d'incendie, où la contamination existante peut être une source continue pour l'eau de surface. Le transport atmosphérique des composés précurseurs ou le transport du sulfonate de perfluorooctane par les courants océaniques représente probablement des voies d'exposition importantes aux sites de référence. Des concentrations élevées de sulfonate de perfluorooctane ont été décelées dans l'eau, les biosolides et l'air aux usines de traitement des eaux usées et dans le lixiviat et l'air aux sites d'enfouissement. Cela met en évidence les contributions des usines de traitement des eaux usées et des sites d'enfouissement en tant que sources de sulfonate de perfluorooctane dans les systèmes aquatiques et l'atmosphère.

Dans la plupart des cas, les niveaux de sulfonate de perfluorooctane ont nettement augmenté depuis le début des années 1980 (ou depuis le début de la collecte des

données) jusqu'à la fin des années 1990 et au début des années 2000, correspondant à l'augmentation des volumes de production au cours de cette période. Cependant, au cours des dernières années, les tendances des concentrations variaient selon l'emplacement et le milieu. Il faudra peut-être davantage de temps avant que les mesures nationales et internationales relatives au sulfonate de perfluorooctane soient reflétées de façon uniforme dans l'ensemble des milieux environnementaux et des emplacements. Les intrants continus des produits contenant du sulfonate de perfluorooctane toujours utilisés et l'utilisation continue de produits contenant du sulfonate de perfluorooctane à l'extérieur de l'Amérique du Nord peuvent également empêcher une diminution des concentrations trouvées dans l'environnement.

Grâce à des comparaisons avec les recommandations fédérales provisoires pour la qualité de l'environnement, les concentrations actuelles de sulfonate de perfluorooctane qui ont été mesurées présentent un faible potentiel d'effets nocifs sur les organismes examinés. Toutefois, les concentrations de sulfonate de perfluorooctane enregistrées dans les poissons et les œufs d'oiseaux ont tendance à dépasser les recommandations sur le régime alimentaire pour la protection des consommateurs mammifères et aviaires non humains, ce qui semble indiquer que ce composé pourrait présenter un risque actuel pour leurs prédateurs de la faune. Néanmoins, des évaluations de la santé de la population faunique sont nécessaires pour déterminer si des répercussions négatives se produisent réellement. Ces résultats offrent d'importants renseignements que le gouvernement du Canada peut utiliser pour évaluer la stratégie de gestion des risques pour le sulfonate de perfluorooctane et pour déterminer la meilleure façon d'approcher la gestion des risques dans le cas de substances préoccupantes semblables.

Remerciements

Ce rapport a été produit par le personnel d'Environnement Canada (incluant des ressources offertes par le Plan de gestion des produits chimiques) et Conestoga-Rovers & Associates. Certaines données et certains renseignements ont également été fournis par le ministère de l'Environnement de l'Ontario.

Références

(1) Ahrens, L., M. Shoeib, S. Del Vento, G. Codling et C. Halsall. 2011. « Polyfluoroalkyl compounds in the Canadian Arctic atmosphere », Environ. Chem., 8 : 399-406.

(2) Ahrens, L., M. Shoeib, T. Harner, D.A. Lane, R. Guo et E.J. Reiner. 2011. « Comparison of annular diffusion denuder and high volume air samplers for measuring per- and polyfluoroalkyl substances in the atmosphere », Anal. Chem., 83 : 9622-9628.

(3) Genualdi, S., S.C. Lee, M. Shoeib, A. Gawor, L. Ahrens et T. Harner. 2010. « Global pilot study of legacy and emerging persistent organic pollutants using sorbent-impregnated polyurethane foam disk passive air samplers », Environ. Sci. Technol., 44 : 5534-5539.

(4) De Silva, A.O., S.M. Backus, S.B. Gewurtz, D.J. McGoldrick, M. Gledhill, M. Sekela, J. Syrgiannis, J. Struger, M. Rondeau et J. Pomeroy. 2012. A spatial survey of perfluorinated compounds in surface water in Canada. En préparation.

(5) De Silva, A.O., C. Spencer, B.F. Scott, S.M. Backus et D.C.G. Muir. 2011. « Detection of a cyclic perfluorinated acid, perfluoroethylcyclohexane sulfonate, in the Great Lakes of North America », Environ. Sci. Technol., 45 : 8060-8066.

(6) Myers, A.L., P.W. Crozier, P.A. Helm, C. Brimacombe, V.I. Furdui, E.J. Reiner, D. Burniston et C.H. Marvin. 2012. « Fate, distribution, and contrasting temporal trends of perfluoroalkyl substances (PFASs) in Lake Ontario, Canada », Environ. Int., 44 : 92-99.

(7) Gewurtz, S.B., A.O. De Silva, S.M. Backus, D.J. McGoldrick, M.J. Keir, J. Small, L. Melymuck et D.C.G. Muir. 2012. « Perfluoroalkyl contaminants in Lake Ontario Lake Trout: Detailed examination of current status and long-term trends », Environ. Sci. Technol., 46 : 5842-5850.

(8) Gebbink, W.A., R.J. Letcher, N.M. Burgess, L. Champoux, J.E. Elliott, C.E. Hebert, P. Martin, M. Wayland, D.V.C. Weseloh et L. Wilson. 2011. « Perfluoroalkyl carboxylates and sulfonates and precursors in relation to dietary source tracers in the eggs of four species of gulls (Larids) from breeding sites spanning Atlantic to Pacific Canada », Environ. Int., 37 : 1175-1182.

(9) Gebbink, W.A., R.J. Letcher, C.E. Hebert et D.V.Weseloh. 2011. « Twenty years of temporal change in perfluoroalkyl sulfonate and carboxylate contaminants in Herring Gull eggs from the Laurentian Great Lakes », J. Environ. Monit., 13 : 3365-3372.

(10) Gebbink, W.A., et R.J. Letcher. 2012. « Comparative tissue and body compartment accumulation and maternal transfer to eggs of perfluoroalkyl sulfonates and carboxylates in Great Lakes Herring Gulls », Environ. Pollut., 162 : 40-47.

(11) de Solla, S.R., A.O. De Silva et R.J. Letcher. 2012. « Highly elevated levels of perfluorooctane sulfonate and other perfluorinated acids found in biota and surface water downstream of an international airport, Hamilton, Ontario, Canada », Environ. Int., 39 : 19-26.

(12) Conestoga Rovers & Associates. 2011. Sampling for Chemicals Management Plan Challenge Substances from the Waste Sector: 2010 Field Sampling Program. CRA Project number 054555 (5). Rapport préparé pour Environnement Canada, Waterloo (Ont.), Canada.

(13) Ahrens, L., M. Shoeib, T. Harner, S.C. Lee, R. Guo et E.J. Reiner. 2011. « Wastewater treatment plant and landfills as sources of polyfluoroalkyl compounds to the atmosphere », Environ. Sci. Technol., 45 : 8098-8105.

(14) Vierke, L., L. Ahrens, M. Shoeib, E.J. Reiner, R. Guo, W.-U. Palm, R. Ebinghaus et T. Harner. 2011. « Air concentrations and particle-gas partitioning of polyfluoroalkyl compounds at a wastewater treatment plant », Environ. Chem., 8 : 363-371.

(15) Shoeib, M., T. Harner, G.M. Webster et S.C. Lee. 2011. « Indoor sources of poly- and perfluorinated compounds (PFCs) in Vancouver, Canada: Implications for human exposure », Environ. Sci. Technol., 45 : 7999-8005.

(16) Butt, C.M., U. Berger, R. Bossi et G.T. Tomy. 2010. « Levels and trends of poly- and perfluorinated compounds in the Arctic environment », Sci. Total Environ., 408 : 2936-2965.

(17) Ahrens, L. 2011. « Polyfluoroalkyl compounds in the aquatic environment: A review of their occurrence and fate », J. Environ. Monit., 13 : 20-31.

(18) Environnement Canada. 2006. Rapport d'évaluation écologique préalable sur le sulfonate de perfluorooctane, ses sels et ses précurseurs, qui contiennent le groupement C8F17SO2, C8F17SO3 ou C8F17SO2N. Accès : www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=98B1954A-1

(19) Santé Canada. 2006. Rapport sur l'état des connaissances scientifiques sous-jacentes à une évaluation préalable des effets sur la santé : Le sulfonate de perfluorooctane, ses sels et ses précurseurs contenant la fraction C8F17SO2 ou C8F17SO3. Accès : www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/contaminants/existsub/pfos-spfo/perfluorooctane_sulfonate-fra.pdf

(20) Environnement Canada. 2008. Loi sur la quasi-élimination du sulfonate de perfluorooctane. Accès : http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/P-8.3/page-1.html

(21) Gouvernement du Canada. 2005. Avis concernant le sulfonate de perfluorooctane (SPFO), ses sels et ses précurseurs. Gazette du Canada, Partie I, vol. 139, no 3.

(22) Environnement Canada. 2013. Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement concernant le sulfonate de perfluorooctane . Ébauche aux fins d'examen. Bureau national des recommandations et des normes, Gatineau (Québec).

(23) Helm, P.A., J. Milne, V. Hiriart-Baer, P.W. Crozier, T. Kolic, R. Lega, T. Chen, K. MacPherson, S.B. Gewurtz, J.G. Winter, A. Myers, C.H. Marvin et E.J. Reiner. 2011. « Lake-wide distribution and depositional history of current- and past-use persistent organic pollutants in Lake Simcoe, Ontario, Canada », J. Great Lakes Res., 37 : 132-141.

(24) Furdui, V.I., P.A. Helm, C. Lucaciu, E.J. Reiner, C.H. Marvin, D.M. Whittle, S.A. Mabury et G.T. Tomy. 2008. « Temporal trends of perfluoroalkyl compounds with isomer analysis in Lake Trout from Lake Ontario (1979-2004) », Environ. Sci. Technol., 42 : 4739-4744.

(25) Furdui, V.I., N.L. Stock, D.A. Ellis, C.M. Butt, D.M. Whittle, P.W. Crozier, E.J. Reiner, D.C.G. Muir et S.A. Mabury. 2007. « Spatial distribution of perfluoroalkyl contaminants in Lake Trout from the Great Lakes », Environ. Sci. Technol., 41 : 1554-1559.

Pour obtenir davantage de renseignements

Veuillez consulter les sites Web ci-dessous :

Plan de gestion des produits chimiques et programme de surveillance

- Plan de gestion des produits chimiques : www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/plan/index-fra.php

- Surveillance et recherche dans le cadre du Plan de gestion des produits chimiques : www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/fact-fait/monitor-surveill-fra.php

- Site Web de la fiche d'information sur la surveillance à l'appui du Plan de gestion des produits chimiques : www.ec.gc.ca/scitech/default.asp?lang=Fr&n=7AC5DC36-1

Évaluation des risques et gestion du sulfonate de perfluorooctane

- Rapport d'évaluation écologique préalable sur le sulfonate de perfluorooctane, ses sels et ses précurseurs, qui contiennent le groupement $C_8F_{17}SO_2$ ou $C_8F_{17}SO_3$ ou $C_8F_{17}SO_2N$: www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=98B1954A-1

- Rapport d'évaluation préalable du sulfonate de perfluorooctane par Santé Canada : www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/09F567A7-B1EE-1FEE-73DB-8AE6C1EB7658/HC_CS_SPFO-fra.pdf

- Annexe 1 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* – Liste des substances toxiques : www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=0DA2924D-1&wsdoc=4ABEFFC8-5BEC-B57A-F4BF-11069545E434

- Stratégie de gestion du risque pour le sulfonate de perfluorooctane, ses sels et ses précurseurs : www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=2AD798EA-1

- *Règlement sur le sulfonate de perfluorooctane et ses sels et certains autres composés* : *www.ec.gc.ca*/lcpe-cepa/fra/reglements/detailreg.cfm?intReg=107

Activités de Santé Canada

- Contaminants environnementaux et biosurveillance humaine : www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contaminants/index-fra.php

- Étude mère-enfant sur les composés chimiques de l'environnement : www.mirec-canada.ca/index.php?lang=fr

Autres programmes de surveillance de l'environnement

- Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord : www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1100100035611/1100100035612

  www.science.gc.ca/default.asp?lang=fr&n=7A463DBA-1

- Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique : www.ec.gc.ca/rnspa-naps/default.asp?lang=Fr&n=5C0D33CF-1

- Réseau de mesure des dépôts atmosphériques : www.ec.gc.ca/rs-mn/default.asp?lang=Fr&n=BFE9D3A3-1

- Réseau mondial d'échantillonnage atmosphérique passif : www.ec.gc.ca/rs-mn/default.asp?lang=Fr&n=22D58893-1

- Programme de surveillance des Grands Lacs : www.ec.gc.ca/scitech/default.asp?lang=Fr&n=3F61CB56-1

- Programme national de suivi et de surveillance des contaminants dans le poisson : www.ec.gc.ca/scitech/default.asp?lang=Fr&n=828EB4D2-1

- Monitoring et surveillance de la qualité des eaux douces nationales : www.ec.gc.ca/eaudouce-freshwater/Default.asp?lang=Fr

Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement

- Environnement Canada. 2013. *Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement concernant le sulfonate de perfluorooctane* . Ébauche aux fins d'examen. Bureau national des recommandations et des normes, Gatineau (Québec).

www.**ec**.**gc**.**ca**

Pour des renseignements supplémentaires :

Environnement Canada
Informathèque
10, rue Wellington, 23e étage
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Téléphone : 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-997-2800
Télécopieur : 819-994-1412
ATS : 819-994-0736
Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca