

PLEINS FEUX SUR

Les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (SPFA)



Date de publication : mai 2023

Principales constatations

- Les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (SPFA) sont un grand groupe de produits chimiques d'origine humaine. L'acide perfluorooctanoïque (APFO) et le sulfonate de perfluorooctane (SPFO) sont les SPFA les plus étudiées.
- Les propriétés chimiques particulières des SPFA ont amené leur utilisation répandue dans divers produits industriels et de consommation depuis les années 1940, mais elles font aussi en sorte que les SPFA persistent dans l'environnement.
- Beaucoup de SPFA ont été éliminées progressivement des produits depuis le début des années 2000, mais certaines ont été exemptées. Toute la population canadienne est exposée à certaines SPFA, mais les taux sériques moyens de SPFA diminuent avec le temps au pays. Certains Canadiens peuvent être exposés à des concentrations supérieures à la moyenne en raison d'une contamination locale, mais les effets résultants sur la santé sont mal connus.
- Notre compréhension de l'action des SPFA dans l'environnement et de leurs effets possibles sur la santé humaine évolue avec les nouvelles recherches. Les effets possibles sur la santé humaine qui sont associés aux expositions élevées aux SPFA comprennent des effets sur le foie, des

résultats de grossesse défavorables, des réponses immunitaires et certains cancers. Les effets mentionnés dans les études épidémiologiques correspondent généralement aux constatations des études animales, mais dans l'ensemble, les données probantes humaines sont moins robustes et la signification clinique des constatations n'est pas claire.

- Lorsqu'on sait que des personnes sont exposées à des concentrations de SPFA supérieures à la moyenne (comme quand on découvre une contamination aux SPFA dans une source d'eau potable locale), on peut prendre des mesures de réduction de l'exposition pendant que la recherche relative aux effets sur la santé se poursuit. Exemples de mesures de réduction de l'exposition : installer un système de traitement de l'eau potable si cela est justifié et faire des choix de consommation éclairés quant à l'achat de produits exempts de SPFA.

Introduction

Les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (SPFA) sont un groupe de produits chimiques d'origine humaine utilisés dans divers produits industriels et de consommation depuis les années 1940. Toutefois, l'intérêt et la compréhension scientifique concernant leur action dans l'environnement et leurs effets possibles sur la santé humaine se sont accrus plus récemment et constituent un secteur en évolution rapide. Le présent rapport « Pleins feux sur » n'offre pas un examen complet des SPFA, mais plutôt un aperçu général visant à aider les professionnels de la santé publique. Il résume ce qui suit :

- la description générale, les sources connues et les concentrations dans l'environnement;
- les expositions;
- les effets possibles sur la santé;
- les mesures à prendre pour réduire les expositions;
- la réglementation actuelle de l'Ontario et du Canada.

Méthodes

Nous avons effectué une recherche rapide dans la littérature grise en santé publique, en santé environnementale et en toxicologie pour trouver de l'information sur les SPFA, les sources environnementales, les types d'exposition humaine au SPFA et la réglementation de l'utilisation des SPFA au Canada et en Ontario, ainsi que des conseils pratiques de réduction des expositions. L'information a été généralement tirée d'examen relatifs aux SPFA effectués par des organismes de réglementation.

Nous avons aussi effectué une recherche dans la littérature publiée après évaluation par des pairs pour obtenir des résumés récents des données probantes concernant les effets sur la santé humaine associés aux SPFA. Plus précisément, le 1^{er} septembre 2022, les Services de bibliothèque de SPO ont effectué dans les bases de données Embase et MEDLINE une recherche de revues systématiques et de méta-analyses portant sur des articles relatifs aux SPFA et à la santé humaine. Cette recherche excluait les études animales et limitait les résultats aux articles en anglais publiés de 2012 à 2022. Une évaluation des résultats a permis de faire ressortir les revues systématiques et les méta-analyses publiées au cours des deux dernières années. La stratégie de recherche complète est disponible sur demande.

Que sont les SPFA?

Les SPFA sont un groupe de produits chimiques synthétiques présentant des propriétés chimiques particulières : elles résistent aux températures extrêmes, à la décomposition et à la dégradation, repoussent l'eau et l'huile et sont antiadhésives.¹⁻⁴ Ces propriétés particulières ont amené l'utilisation répandue des SPFA dans divers produits industriels et de consommation depuis les années 1940. On trouve des milliers de SPFA dans des revêtements de papier et de carton, des produits du cuir, des tapis résistants aux taches, des tissus d'ameublement, des vêtements, des revêtements antiadhésifs de batterie de cuisine, des emballages alimentaires, des peintures, des vernis, des scellants, des produits de nettoyage, des produits de soins personnels, des cosmétiques et des agents formant film flottant (AFFF) extincteur, ainsi que dans la production de produits électroniques, de plastiques et de métaux.^{1,2,4-11}

On peut classer les SPFA en fonction de leur structure chimique. Le sulfonate de perfluorooctane (SPFO) et l'acide perfluorooctanoïque (APFO) sont les plus étudiés jusqu'à présent.^{2,8,12} Les autres SPFA d'intérêt comprennent le sulfonate de perfluorohexane (SPFHx), un sous-produit connu de la production du SPFO, et le sulfonate de perfluorobutane (SPFB), considéré comme un remplaçant possible du SPFO. D'autres SPFA, comme l'acide perfluorobutanoïque (APFB), l'acide perfluorohexanoïque (APFHx), l'acide perfluorononanoïque (APFN), l'acide perfluorodécanoïque (APFD) et l'acide perfluoroundécanoïque (APFUnD), sont aussi parfois mesurés dans la population humaine (c.-à-d. dans le cadre de programmes de biosurveillance).⁴

En 2008, l'adoption de la *Loi sur la quasi-élimination du sulfonate de perfluorooctane* a ajouté le SPFO et ses sels à la liste de quasi-élimination prévue par la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*.¹³ L'adoption du *Règlement sur certaines substances toxiques (2012)* a limité davantage l'utilisation du SPFO, de l'APFO et de certaines autres SPFA en interdisant la fabrication, l'utilisation, la vente et l'importation de ces substances et des produits qui en contiennent (sous réserve de certaines exceptions).¹⁴⁻¹⁷ Une proposition étudiée présentement vise à réviser ce règlement pour restreindre davantage l'utilisation du SPFO et de l'APFO.¹⁸ Bien que certaines compagnies aient volontairement cessé progressivement de produire et d'utiliser plusieurs SPFA au début des années 2000 et que des mesures soient appliquées en Amérique du Nord et en Europe pour limiter la production, on continue d'utiliser les stocks existants et leur fabrication se poursuit dans d'autres régions du monde.^{9,10,19,20} Aux États-Unis, la Food and Drug Administration (FDA) a révoqué en 2016 des règlements permettant l'utilisation du SPFO et de l'APFO dans les emballages alimentaires.²¹ Récemment, il a été rapporté que certaines grandes chaînes de restauration rapide du Canada et des États-Unis se sont engagées volontairement à éliminer progressivement les emballages contenant des SPFA ajoutées.²²

LES SPFA DANS L'ENVIRONNEMENT

Étant donné leur utilisation répandue et leur stabilité chimique, les SPFA ont été détectées couramment dans l'environnement. Les principales sources des SPFA trouvées dans l'environnement comprennent les ordures ménagères (p. ex., sites d'enfouissement), les sites industriels où des matières contenant des SPFA ont été produites ou appliquées, ainsi que les activités d'extinction d'incendie et les sites de formation à cet effet qui utilisent des AFFF.²³⁻²⁵ Ces sources répandent des SPFA dans le sol, l'air et l'eau par lessivage dans les eaux souterraines, par déversement dans les eaux de surface et le sol et par émission dans l'air. Une fois libérées dans l'environnement, les SPFA peuvent persister longtemps dans la nappe phréatique et les sédiments, tandis qu'une partie des AFFF utilisés pendant les incendies se répand dans l'air sous forme d'aérosols et de produits chimiques diffus.^{23,25}

Les SPFA persistent relativement inchangées dans l'environnement et l'organisme en raison de leur structure chimique.^{1,3-5,7} Il est peu probable qu'elles se dégradent ou se transforment dans les

conditions environnementales ambiantes, mais des expériences de laboratoire ont établi que certains processus physiques, chimiques et biologiques peuvent modifier leur structure chimique dans certaines conditions. Ces transformations peuvent changer la forme des SPFA dans un mélange (p. ex., d'alcool à aldéhyde) ou la taille des molécules, et possiblement changer la toxicité du mélange d'origine.^{24,25}

Actuellement, les rares données canadiennes sur les concentrations de SPFA dans les milieux environnementaux indiquent des tendances variables. Selon Environnement et Changement climatique Canada, les concentrations de SPFO dans le poisson (touladi) ont augmenté globalement de 1979 à 2000, puis se sont stabilisées pendant quelques années avant de commencer à diminuer.²⁶ Cela est compatible avec une étude de 2022 selon laquelle les concentrations de SPFA résiduelles (SPFO et APFO) dans les eaux douces du Canada ont chuté de 2013 à 2020, tandis que les concentrations d'autres SPFA comme l'acide perfluoropentanoïque (APFPe) et l'APFB ont augmenté pendant cette période (possiblement en raison de leur utilisation comme SPFA remplaçant le SPFO et l'APFO dans des produits de consommation).²⁷ Toutefois, les tendances peuvent varier selon les SPFA et les milieux environnementaux concernés, comme le démontrent Gewurtz et al. à l'égard de certains échantillons d'animaux sauvages, de sédiments et d'eau prélevés dans le lac Ontario et aux alentours dès la fin des années 1970 jusqu'à la fin des années 2000.²⁸

En général, il n'y a pas suffisamment d'information pour prévoir les tendances concernant les concentrations de SPFA dans l'eau, les sédiments et l'air, mais la combinaison des concentrations environnementales, de la stabilité et de la persistance des SPFA peut entraîner la bioaccumulation et la bioamplification dans l'écosystème. Le tableau A de l'annexe indique les niveaux de SPFO qui ont été mesurés dans des eaux, des poissons, des sédiments et de l'air du Canada de 2006 à 2017 et qui ont été publiés par Environnement et Changement climatique Canada.

EXPOSITIONS AUX SPFA

Toute la population canadienne est exposée à certaines SPFA en raison de leur persistance dans l'environnement. L'exposition aux SPFA peut se faire par l'intermédiaire des aliments, des produits de consommation, du sol, de la poussière intérieure et de l'eau potable.^{4,9,10,20,29,30} L'exposition aux SPFA par l'eau potable peut augmenter si l'on consomme de l'eau potable contaminée.^{10,20,29} La principale voie d'exposition peut aussi varier selon l'âge, et l'exposition orale (après le contact avec les mains) aux produits de consommation (p. ex., tissus et tapis traités) est la principale voie d'exposition chez les nourrissons, les tout-petits et les enfants.^{4,10,30}

Aliments et eau

L'alimentation est une des voies d'exposition de la population canadienne à l'APFO, au SPFO et à d'autres SPFA.^{3,15,31,32} Les aliments peuvent être contaminés par le milieu de culture ou d'élevage, le matériel de traitement, la nourriture donnée aux animaux, l'eau ou les matériaux d'emballage alimentaire.³³ La contamination aux SPFA du milieu de culture ou d'élevage n'indique pas nécessairement que les aliments produits contiendront des niveaux détectables de SPFA, car ces niveaux varient selon les quantités de SPFA dans le milieu de culture ou d'élevage, les types de SPFA présentes et les types d'aliments ou d'espèces de plantes.^{33,34} La plupart des aliments ne provenant pas de zones dont on sait qu'elles sont contaminées aux SPFA ne présentent pas de niveaux détectables de SPFA.³⁴

Après avoir analysé des échantillons d'aliments prélevés de 1992 à 2004, Tittlemier et al. ont estimé une exposition alimentaire quotidienne moyenne de 250 ng/jour en se fondant sur une partie des échantillons prélevés dans le cadre de l'Étude Canadienne sur l'alimentation totale.³⁵ Nous n'avons pas trouvé de données plus récentes sur les niveaux de SPFA dans les aliments du Canada, mais une étude

en cours dirigée par la FDA et portant sur l'exposition alimentaire indique que la majorité des échantillons d'aliments analysés depuis 2019 ne présentent pas de concentration mesurable de SPFA.³⁶

Des SPFA ont été incorporées dans des batteries de cuisine antiadhésives et des matériaux d'emballage alimentaire (p. ex., papiers d'emballage de prêt-à-manger, sacs de maïs soufflé pour microondes et boîtes de carton pour mets à emporter, comme les boîtes de pizza).²¹ Toutefois, la FDA indique que le revêtement antiadhésif des batteries de cuisine contient une quantité négligeable de SPFA susceptibles de se retrouver dans les aliments, et la Division de la recherche sur les aliments de Santé Canada a conclu que les emballages alimentaires n'étaient pas une source importante d'APFO et de SPFO.^{21,37}

En se fondant sur un taux de consommation moyen estimatif de 1,4 l/jour pour les adultes, Tittlemier et al. (2007) ont utilisé les concentrations moyennes dans l'eau de robinet de Calgary et de Vancouver mentionnées dans une autre étude pour déterminer une exposition estimative de 0,3 ng/jour aux SPFA totales par l'eau potable pour la population générale du Canada.^{31,35} Une analyse plus récente de 226 échantillons d'eau potable traitée indique les concentrations de 25 réseaux d'eau potable ontariens qui tiraient leur eau de rivières, de lacs et d'eaux souterraines de 2012 à 2016.³⁸ Les concentrations moyennes et maximales d'un groupe de 10 SPFA étaient de 6,1 ng/l et de 20,0 ng/l respectivement. La détection de certaines SPFA était variable : les pourcentages détectés allaient de 0 à 73 %. Les expositions par l'eau potable peuvent être plus élevées dans les zones où une eau présentant des concentrations supérieures de SPFA est utilisée comme source d'eau potable. On présume que les expositions par l'eau pendant les activités domestiques courantes comme le bain, la douche, le lavage de la vaisselle, le brossage des dents et la buanderie sont négligeables.^{20,29,39}

Selon les Centers for Disease Control and Prevention (CDC) et l'Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) des États-Unis, on trouve des SPFA dans le lait maternel, et le niveau d'exposition du nourrisson par allaitement au sein varie selon plusieurs facteurs (p. ex., niveau de SPFA de la mère, quantité de SPFA transférée dans le lait, durée de l'allaitement).^{5,10,30,40,41} Une étude de 2022 portant sur 664 échantillons de lait maternel du Canada a révélé des concentrations totales de SPFA (somme de sept SPFA) allant de 3,1 à 603 ng/l, la concentration médiane étant de 106 ng/l.⁴² L'APFO était le composé le plus fréquemment détecté et contribuait généralement le plus aux concentrations de SPFA mesurées (environ 30 %).⁴² Bien qu'il faille des recherches plus poussées sur cette voie d'exposition possible, les CDC, l'ATSDR et l'American Academy of Pediatrics soutiennent que les avantages de l'allaitement au sein l'emportent sur tout risque d'exposition aux SPFA par le lait maternel.⁴⁰

Autres

Les autres voies d'exposition possibles peuvent comprendre l'ingestion de terre ou de poussière domestique contaminée et l'inhalation d'aérosols d'eau.^{10,30,43-45} Cependant, Santé Canada signale que les SPFA restent dans l'eau et ne se transmettent pas facilement à l'air (c.-à-d. qu'elles ne se volatilisent pas), et que l'ingestion est la principale voie d'exposition aux SPFA dans l'eau potable.^{20,29,39} Même si Santé Canada et l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA) admettent que l'exposition aux SPFA par inhalation d'aérosols d'eau contaminés est possible, la masse totale de ces aérosols est faible et, en raison de leur volatilité limitée, les SPFA ne se concentrent pas dans l'air, ce qui rend cette voie d'exposition négligeable.^{20,29,43} L'exposition aux SPFA peut également être associée à l'utilisation de produits de consommation comme les produits de soins personnels, les produits du cuir, les tapis, les tissus d'ameublement et les vêtements.^{9,10,46,47}

NIVEAUX DE SPFA DANS LE CORPS HUMAIN

On peut obtenir des données de biosurveillance de la population concernant les concentrations de certaines SPFA dans le plasma sanguin humain grâce à l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé

(ECMS). Le tableau 1 résume les données de biosurveillance des SPFA tirées de la plus récente collecte de données de l'ECMS (cycle 6, 2018-2019) concernant les Canadiennes et Canadiens de 3 à 79 ans.⁴⁶ Les résultats de biosurveillance complets de l'ECMS selon le groupe d'âge, le sexe et le cycle de collecte sont disponibles en ligne.

Tableau 1 : Niveaux de SPFA dans le plasma sanguin de Canadiens de 3 à 79 ans (2018-2019)⁴⁶

SPFA	Fréquence de détection (%) (intervalle de confiance : 95 %)	Moyenne géométrique (µg/l) (intervalle de confiance : 95 %)
Sulfonate de perfluorooctane (SPFO)	99,3 (98,6–99,7)	2,5 (2,3–2,8)
Acide perfluorooctanoïque (APFO)	100	1,2 (1,1–1,3)
Sulfonate de perfluorohexane (SPFHx)	99,6 (99,1–99,9)	0,76 (0,69–0,85)
Acide perfluorononanoïque (APFN)	98,5 (97,3–99,1)	0,44 (0,41–0,47)
Acide perfluorodécanoïque (APFD)	67,6 (61,4–73,2)	0,12 (0,11–0,14)

Remarque : l'APFB, l'APFHx, l'APFUnD et le SPFB ont aussi été mesurés dans le cadre de l'ECMS, mais les moyennes géométriques des concentrations de ces produits chimiques dans le plasma sanguin n'ont pas été publiées parce que plus de 40 % des données étaient inférieures aux limites de détection.

En général, les concentrations de SPFA dans le plasma sanguin des Canadiennes et Canadiens de 12 à 79 ans (ou de 20 à 79 ans) ont diminué au fil du temps.³ De 2007–2009 à 2018–2019, les concentrations d'APFO ont chuté de 52 %, celles de SPFHx, de 64 % et celles de SPFO, de 67 % chez les Canadiennes et Canadiens de 20 à 79 ans. De 2009–2011 à 2018–2019, les concentrations d'APFN ont baissé de 47 % et celles d'APFD, de 36 % chez les Canadiennes et Canadiens de 12 à 79 ans.³ Des comparaisons de groupes d'âge ont révélé des concentrations plus élevées dans le plasma sanguin des adultes par rapport aux enfants, et les plus hauts niveaux publiés touchaient le groupe des 60 à 79 ans. Les niveaux détectés dans le sérum sanguin aux États-Unis de 2007 à 2016 sont semblables à ceux du plasma sanguin au Canada.^{3,48,49}

Effets sur la santé humaine

Selon Santé Canada, certaines SPFA sont bien absorbées dans l'organisme, peu excrétées et incomplètement métabolisées.^{3,4} Les risques de l'exposition aux SPFA pour la santé varient selon le niveau et la durée d'exposition (c.-à-d. la quantité et le temps écoulé).³⁹ Des études toxicologiques portant sur des animaux de laboratoire ont révélé que des niveaux élevés de SPFA sont associés à des effets sur le développement, le foie, les reins et les systèmes reproducteur, endocrinien et immunitaire.^{3,10,50} Toutefois, les effets constatés chez les animaux ne s'appliquent pas nécessairement à l'humain.

La plupart des revues systématiques et des méta-analyses ciblant des études épidémiologiques (humaines) publiées au cours des deux dernières années analysaient les effets sur la santé humaine associés à l'exposition au SPFO et à l'APFO. Par conséquent, la fiabilité des données probantes concernant les effets sur la santé est la plus élevée pour le SPFO et l'APFO, car peu d'études ont porté sur d'autres types de SPFA.

Dans l'ensemble, les données épidémiologiques des études transversales établissent assez clairement que des expositions élevées à certaines SPFA, notamment le SPFO et l'APFO, sont associées à une

augmentation d'enzymes hépatiques pouvant indiquer la présence d'une maladie ou de dommages au foie.⁵¹

Selon des données probantes limitées, des expositions élevées à certaines SPFA sont associées à un risque accru de certains résultats de grossesse défavorables, y compris le poids insuffisant à la naissance et la naissance prématurée,⁵²⁻⁵⁵ de cancer du foie et du testicule (en particulier si l'exposition à l'APFO est élevée)^{56,57} et d'allergies chez les enfants, y compris des liens entre l'exposition au SPFO et la dermatite atopique, et entre l'exposition à l'APFO et la rhinite allergique.⁵⁸ Des données probantes limitées indiquent que les SPFA sont associées à une diminution de la réponse immunitaire aux vaccins contre la diphtérie, le tétanos, la rougeole, les oreillons et la grippe, selon une récente revue systématique et méta-analyse.⁵⁹ Les études n'établissent pas de façon cohérente de liens entre les SPFA et d'autres résultats de grossesse comme le petit poids pour l'âge gestationnel,^{52,55,59} la fausse couche⁵³⁻⁵⁵ et l'hypertension gravidique,⁵⁵ ni d'effets sur les hormones de la reproduction (p. ex., testostérone, estradiol),⁶⁰ ni de lien avec le cancer de la prostate.⁵⁷ Dans l'ensemble, la signification clinique des constats épidémiologiques nécessitent des études plus poussées.

En se fondant sur les données probantes associées à l'exposition aux SPFA, des organismes comme l'ATSDR et Santé Canada ont jugé que les personnes atteintes de troubles préexistants touchant les mêmes systèmes (p. ex., fonction hépatique compromise ou vulnérabilité immunitaire), les femmes enceintes et les jeunes enfants peuvent être à risque plus élevé d'effets sur la santé.^{10,31,32}

Notre recherche documentaire n'a pas relevé de revue systématique ni de méta-analyse portant sur la relation entre des effets possibles sur la santé humaine et des mélanges de SPFA. La rareté des recherches scientifiques sur le comportement des SPFA dans les mélanges rend difficile l'évaluation des effets possibles sur la santé associés aux mélanges auxquels les gens sont réellement exposés.

En 2017, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé l'APFO dans le groupe 2B (possiblement cancérigène pour l'humain) en raison de la rareté des données probantes concernant l'humain, y compris le lien constaté avec les cancers du rein et du testicule, et des études animales.⁶¹ Le CIRC n'a pas effectué d'évaluation semblable ciblant le SPFO.²⁰

Mesures de réduction de l'exposition, recommandations et règlements relatifs aux SPFA

Bien que les recommandations et les règlements mentionnés ci-dessous ne s'appliquent pas directement à tous les milieux de l'Ontario, ils offrent un contexte pour l'interprétation des mesures environnementales et peuvent contribuer à déterminer les cas où il serait utile d'investiguer davantage sur une possible contamination aux SPFA. De nombreuses autorités ont produit des recommandations sur les SPFA dans l'eau potable et certaines recommandations ciblant le sol et les eaux souterraines sont également disponibles. Les SPFA dans les aliments et les produits de consommation ne sont pas spécifiquement réglementés, mais le *Règlement sur certaines substances toxiques (2012)* a interdit la fabrication, l'utilisation, la vente et l'importation des SPFA et des produits qui en contiennent (sous réserve de certaines exceptions).¹⁴

En général, on élabore des recommandations environnementales pour protéger les populations en se fondant sur la présomption d'une exposition qui dure toute la vie (c.-à-d., protéger contre l'exposition chronique). Pendant le processus d'élaboration des recommandations, on tient couramment compte d'une marge de sécurité ou de facteurs d'incertitude afin qu'elles protègent les populations et les phases de la vie les plus sensibles aux expositions chimiques (p. ex., les personnes atteintes de troubles

chroniques ou les jeunes enfants).^{12,31,32} L'élaboration de recommandations peut aussi tenir compte d'autres sources d'exposition possibles aux SPFA (p. ex., expositions totales par les aliments, l'eau, l'air, les produits de consommation).¹² Par conséquent, on estime généralement que les expositions de courte durée aux SPFA à des concentrations supérieures aux niveaux prévus par les recommandations n'ont pas d'effet sur la santé. Les risques pour la santé découlant d'expositions prolongées à de hauts niveaux de SPFA varient selon l'intensité et la durée d'exposition.

Différentes autorités peuvent aussi adopter différentes approches pour élaborer des recommandations sur les produits chimiques dans l'environnement. Ces approches peuvent prendre en compte, à des niveaux variables, différents facteurs comme les études de référence, le poids des données probantes, la faisabilité technique, les concentrations de fond et, en ce qui concerne certains produits chimiques similaires, la question de savoir s'il faut les traiter individuellement ou comme un groupe.^{18,62}

EAU POTABLE

Les recommandations sur l'eau potable qui s'appliquent en Ontario et au Canada sont énumérées au tableau B de l'annexe.

Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs (MEPP) de l'Ontario – recommandation provisoire sur l'eau potable

En 2017, après le signalement d'un important rejet de SPFA provenant de mousse extinctrice qui avait contaminé des eaux souterraines, le MEPP a recommandé aux propriétaires de puits d'eau potable privés d'envisager un traitement si la somme des concentrations de 11 SPFA distinctes dépassait 70 ng/l.^{63,64}

Santé Canada – Recommandations pour la qualité de l'eau potable

Santé Canada a élaboré des recommandations de concentrations maximales acceptables (CMA) pour deux SPFA, soit l'APFO (200 ng/l) et le SPFO (600 ng/l), en se fondant sur les effets sur le foie constatés au cours d'études de laboratoire concernant des rats.^{31,32} Pour tenir compte de la similitude des mécanismes des effets toxicologiques de l'APFO et du SPFO, il faut veiller à ce que la somme des ratios de leur concentration par rapport à leur CMA ne dépasse pas 1. Santé Canada a également fixé des seuils d'intervention pour d'autres SPFA dans l'eau potable.³⁹

Les CMA et les seuils d'intervention visent à protéger la santé du public (y compris les enfants) contre les expositions qui durent toute la vie (c.-à-d. les expositions chroniques) à la substance trouvée dans l'eau potable.³⁹ Étant donné la rareté des renseignements concernant la plupart des SPFA, l'élaboration éventuelle de recommandations relatives aux concentrations pourrait se fonder sur une approche de regroupement traitant les SPFA comme une catégorie de produits chimiques au lieu de prévoir une évaluation distincte pour chaque substance.

En avril 2021, Santé Canada a annoncé son intention de réviser ses recommandations sur les SPFA dans l'eau potable.¹⁷ En février 2023, l'organisme a publié une proposition d'objectif de concentration des SPFA totales aux fins de consultation publique.⁶⁵ L'objectif proposé pour les SPFA totales dans l'eau potable est de 30 ng/l, « SPFA totales » s'entendant de la liste complète des substances analysées selon la méthode 533 (25 SPFA) ou la méthode 537.1 (18 SPFA) de l'EPA ou selon ces deux méthodes.^{66,67} Par ailleurs, au lieu d'utiliser la méthodologie de l'EPA, les autorités peuvent valider et appliquer une autre méthode d'analyse des SPFA totales ciblant au moins 18 SPFA.

L'objectif proposé prend en compte la faisabilité technique du traitement de l'eau potable au moyen des technologies actuelles, la limite de quantification des méthodes d'analyse reconnues ainsi que les

concentrations environnementales de SPFA tirées des données de surveillance canadiennes.⁶⁵ L'objectif proposé n'est pas fondé sur la santé, mais est appuyé globalement par les données disponibles sur la toxicité des SPFA, selon Santé Canada. Il servira de recommandation provisoire pendant la révision des recommandations de Santé Canada sur les SPFA dans l'eau potable. Il est prévu que cette révision comprendra un examen complet des données toxicologiques et des évaluations des risques liés aux SPFA, un examen des nouvelles méthodes d'analyse et de traitement des SPFA, ainsi que de l'information sur la manière de gérer les résidus des traitements.⁶⁵

Avis sanitaires concernant l'eau de l'Environmental Protection Agency des États-Unis

L'EPA a récemment mis à jour ses avis sanitaires provisoires sur l'APFO (0,004 ng/l) et le SPFO (0,02 ng/l) dans l'eau potable, et a publié des avis sanitaires définitifs sur le SPFB (2 000 ng/l) ainsi que l'acide dimère d'oxyde d'hexafluoropropylène (OHFP) et son sel d'ammonium (appelés produits chimiques GenX, 10 ng/l) dans l'eau potable.^{68,69} Les avis sanitaires concernant l'APFO et le SPFO dans l'eau potable se fondent sur un résultat de santé immunitaire développemental (suppression de la réponse aux vaccins contre le tétanos et la diphtérie, respectivement) constaté dans les études épidémiologiques.⁷ Les avis sanitaires concernant le SPFB et l'OHFP dans l'eau potable sont fondés sur des études de laboratoire qui ont révélé des effets sur la thyroïde chez des souriceaux nouveau-nés après des expositions de la mère pendant la gestation, et des effets sur le foie (lésions) chez des souris, respectivement.⁷

Les avis sanitaires publiés par l'EPA visent à protéger l'humain à tous les stades de la vie contre les expositions qui durent toute la vie (chroniques) et tiennent compte des sources d'exposition possibles autres que l'eau potable (p. ex., aliments, air, produits de consommation). Ces avis, qui ne sont pas des normes fédérales exécutoires, servent surtout à informer les exploitants des réseaux d'eau potable.⁷⁰

On prévoit que l'EPA publiera un ensemble de règlements nationaux exécutoires sur les SPFA dans l'eau potable d'ici la fin de 2023. La proposition prévoit à la fois un objectif non exécutoire de niveau maximal de contaminant (Maximum Contaminant Level Goal ou MCLG), c.-à-d. la concentration maximale d'un contaminant ne produisant aucun effet nuisible connu ou prévu sur la santé, et une norme exécutoire imposant un niveau maximal de contaminant (Maximum Contaminant Level ou MCL) ou une technique de traitement pour l'APFO et le SPFO. Bien que le MCL soit fixé aussi près que possible du MCLG, des considérations relatives à la capacité de mesurer et de traiter un contaminant ainsi qu'aux coûts et aux avantages connexes influent sur l'établissement de la norme exécutoire. Le MCLG proposé par l'EPA est de zéro nanogramme par litre (0 ng/l) pour l'APFO et le SPFO, tandis que le MCL proposé est de 4,0 ng/l pour les deux.⁷¹⁻⁷³ De plus, l'APFN, le SPFHx, le SPFB et l'acide dimère d'OHFP sont traités comme un groupe.⁷⁴ Le projet de règlement prévoit que la concentration mesurée de chacun de ces produits chimiques sera comparée à la concentration fondée sur la santé et que la somme des quatre ratios ne devra pas dépasser 1,0.⁷⁴

Aux États-Unis, certains États ont également adopté leur propre règlement sur les SPFA dans l'eau potable. Jusqu'à présent, 20 États ont établi des recommandations sur le SPFO ou l'APFO dans l'eau potable, et certains ont aussi des recommandations visant d'autres SPFA.⁷⁵

Mesures de réduction de l'exposition ciblant l'eau potable

Les SPFA ne sont pas surveillées régulièrement dans l'eau potable au Canada, mais on s'attend en général à ce que les concentrations soient faibles.^{31,32} Lorsqu'ils savent qu'une source d'eau potable est contaminée aux SPFA, les propriétaires des réseaux d'eau potable peuvent réduire l'exposition globale en traitant l'eau ou en utilisant une autre source d'eau pour la consommation, la cuisine et les préparations pour nourrissons. Ils peuvent envisager des options avec des professionnels experts du traitement de l'eau, mais on sait que les procédés de traitement qui éliminent efficacement les SPFA comprennent l'adsorption par

charbon actif en grain, la résine échangeuse d'ions et la membrane à haute pression (c.-à-d. nanofiltre et osmose inverse).^{20,29,76} On peut les adapter aux systèmes de traitement de toutes les tailles. NSF International énumère les produits de traitement de l'eau qui, selon des vérifications indépendantes, réduisent la concentration de SPFO et d'APFO sous 70 ng/l.⁷⁷ Ceux qui sont certifiés NSF 53 ou NSF 58 réduisent spécifiquement le SPFO et l'APFO.⁷⁷ Il faut suivre les recommandations du fabricant concernant l'utilisation et l'entretien du système de traitement (p. ex., remplacement du filtre).

SOL

Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a présenté une recommandation sur la qualité du sol en ce qui concerne le SPFO. Cette recommandation visant à protéger la santé humaine prône une concentration de 0,01 mg/kg pour toutes les utilisations du territoire (agriculture, habitation, parcs, commerce et industrie).⁷⁸ Le CCME n'a pas élaboré de recommandation sur l'APFO dans le sol, mais il mentionne que les effets sur la santé associés au SPFO et à l'APFO se ressemblent et qu'il faut tenir compte des effets additifs. Comme dans l'approche adoptée par Santé Canada, pour tenir compte des effets toxicologiques additifs, il faut veiller à ce que la somme des ratios des concentrations de SPFO et d'APFO par rapport à la recommandation sur la qualité du sol en ce qui concerne le SPFO ne dépasse pas 1.⁷⁸ Puisque les recommandations du CCME concernant le sol découlent de l'évaluation des effets sur la santé effectuée par Santé Canada, elles pourraient être modifiées par suite du réexamen des recommandations sur les SPFA dans l'eau potable effectué par Santé Canada.

EAUX SOUTERRAINES

Le CCME a également élaboré des recommandations sur la qualité des eaux souterraines en ce qui concerne le SPFO. Elles visent à indiquer les concentrations de contaminants dans les eaux souterraines sous lesquelles on ne prévoit aucun risque appréciable pour la santé humaine découlant de l'exposition à long terme (chronique).⁷⁹ La recommandation sur le SPFO dans les eaux souterraines pour la protection de la santé humaine prône une concentration de 0,0006 mg/l (soit 0,6 ng/l) et, pour tenir compte des effets toxicologiques additifs de l'APFO et du SPFO, il faut veiller à ce que la somme des ratios des concentrations de SPFO et d'APFO par rapport à la recommandation sur la qualité des eaux souterraines en ce qui concerne le SPFO ne dépasse pas 1.⁷⁸ Puisque les recommandations du CCME concernant les eaux souterraines découlent de l'évaluation des effets sur la santé effectuée par Santé Canada, elles pourraient être modifiées par suite du réexamen des recommandations sur les SPFA dans l'eau potable effectué par Santé Canada.

Analyse et conclusions

Les propriétés physiques particulières des SPFA ont amené leur utilisation répandue dans beaucoup de produits de consommation et procédés industriels, notamment des revêtements de papier et de carton, des tapis résistants aux taches, des revêtements antiadhésifs de batteries de cuisine et des agents formant film flottant (AFFF) extincteur. Cependant, ces mêmes propriétés physiques ont aussi permis aux SPFA de persister dans l'environnement, ce qui a attiré l'attention du public et des scientifiques ces dernières années.

Des études ont révélé que des sites d'enfouissement, des sites industriels et des zones d'activités d'extinction d'incendie étaient des sources de SPFA dans l'environnement. Une fois dans l'environnement, les SPFA peuvent contaminer les eaux souterraines et de surface. Elles peuvent éventuellement entrer dans la chaîne alimentaire et créer ainsi de multiples sources d'exposition pour le public. Les sources d'exposition peuvent comprendre l'alimentation, le sol, la poussière intérieure et l'eau potable, en plus des biens de consommation et des textiles.

Les recommandations sur les SPFA concernent surtout l'eau potable, mais certaines ciblent le sol et les eaux souterraines. Elles visent généralement à protéger les populations des expositions chroniques aux SPFA et prévoient des marges de sécurité. De nouvelles données probantes relatives aux effets possibles sur la santé ont mené récemment à la relaxation de certains règlements concernant l'eau potable.

Des études animales portant sur l'exposition aux SPFA indiquent un lien avec des effets accrus sur le foie, les reins et les systèmes reproducteur, endocrinien et immunitaire. Ce lien est appuyé par une association avec une hausse des enzymes hépatiques, notamment en ce qui concerne le SPFO et l'APFO, selon des études épidémiologiques transversales, mais les données humaines sont par ailleurs limitées et il faudrait des études plus poussées sur leur signification clinique.

Présentement, toute la population canadienne est exposée à certaines SPFA, mais on ne peut pas attribuer clairement les effets sur la santé. Lorsque des personnes sont exposées longtemps à des niveaux élevés de SPFA, on peut prendre des mesures pour réduire les expositions. Par exemple, des concentrations élevées supérieures aux recommandations applicables peuvent résulter du fait d'habiter une zone de contamination connue aux SPFA ou d'expositions professionnelles dans un lieu de travail (p. ex., personnes travaillant avec des AFFF). Dans ces situations, divers organismes recommandent généralement de prendre des mesures pour réduire les expositions aux SPFA. Des mesures comme les systèmes de traitement de l'eau potable pour les propriétaires de puits d'eau potable touchés, les choix de consommation éclairés (p. ex., achat de produits exempts de SPFA selon les indications) et l'observation des conseils de consommation de poisson de l'Ontario peuvent réduire les expositions globales jusqu'à ce que davantage de données probantes concernant les effets des SPFA sur la santé soient disponibles.⁸⁰⁻⁸⁴

Bibliographie

1. Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE). Nouvelles lignes directrices canadiennes sur les SPFA pour la salubrité de l'eau potable [Internet]. Vancouver (C.-B): CCNSE; 2019 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://ccnse.ca/content/blog/nouvelles-lignes-directrices-canadiennes-sur-les-spfa-pour-la-salubrite-de-leau>.
2. Santé Canada. Rapport sur la biosurveillance humaine des substances chimiques de l'environnement au Canada : Résultats de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé Cycle 1 (2007 à 2009). Ottawa (Ontario) : Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de la Santé; 2010. Disponible à : https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/chms-ecms/report-rapport-fra.pdf.
3. Santé Canada. Les substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (PFAS) dans la population canadienne. Ottawa (Ontario) : Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de la Santé; 2021. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/contaminants-environnementaux/ressources-biosurveillance-humaine/per-polyfluoroalkyl-population-canadienne.html>.
4. Santé Canada. Deuxième rapport sur la biosurveillance humaine des substances chimiques de l'environnement au Canada : Résultats de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé Cycle 2 (2009 à 2011). Ottawa (Ontario) : Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de la Santé; 2013. Disponible à : https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/contaminants/chms-ecms-cycle2/chms-ecms-cycle2-fra.pdf.
5. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and your health [Internet]. Boston (Massachusetts) : ATSDR; 2022 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/index.html>.
6. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). The family tree of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) for environmental health professionals: names and abbreviations. [Internet]. Boston (Massachusetts) : ATSDR; 2017 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/docs/PFAS_FamilyTree_EnvHealthPro-508.pdf.
7. United States Environmental Protection Agency (EPA). Technical fact sheet: drinking water health advisories for four PFAS (PFOA, PFOS, GenX chemicals, and PFBS) [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2022 [consulté le 8 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-06/technical-factsheet-four-PFAS.pdf>.
8. United States Environmental Protection Agency (EPA). Risk management for per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) under TSCA [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2022 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/risk-management-and-polyfluoroalkyl-substances-pfas>.
9. Lau C, Anitole K, Hodes C, Lai D, Pfahles-Hutchens A, Seed J. Perfluoroalkyl acids: a review of monitoring and toxicological findings. *Toxicol Sci.* 2007; 99(2) : 366-94. Disponible à : <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfm128>.

10. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for perfluoroalkyls [Internet]. Boston (Massachusetts) : ATSDR; 2021 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.pdf>.
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) [Internet]. Atlanta (Géorgie) : CDC; 2021 [consulté le 8 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.cdc.gov/niosh/topics/pfas/default.html>.
12. United States Environmental Protection Agency (EPA). Drinking water health advisories for PFAS fact sheet for communities [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2022 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-06/drinking-water-ha-pfas-factsheet-communities.pdf>.
13. Loi sur la quasi-élimination du sulfonate de perfluorooctane, L.C. 2008, ch. 13. Disponible à : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/p-8.3/page-1.html>.
14. Règlement sur certaines substances toxiques interdites (2012). DORS/2012-285. Disponible à : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2012-285/TexteCompleet.html>.
15. Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau (CWAE). PFAS in water systems: a Canadian perspective [Internet]. Wakerton (Ontario) : CWAE; 2021 [consulté le 16 septembre 2022]. Disponible à : <https://wcwc.ca/wp-content/uploads/2020/12/PFAS-Fact-Sheet-2021-02-23-FINAL-ENG.pdf>.
16. Environnement et Changement climatique Canada. Les mousses à formation de pellicule aqueuse et le Règlement sur certaines substances toxiques interdites. Ottawa (Ontario) : Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement et du Changement climatique; 2017. Disponible à : <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/cepa/5081%20AFF%20Fact%20Sheet%20FINAL%20FR.pdf>.
17. Condition ministérielle n° 20614 (ministère de l'Environnement). (2021) Gaz C I, 1696. (Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)). Disponible à : <https://gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2021/2021-04-24/pdf/g1-15517.pdf>.
18. Règlement sur certaines substances toxiques interdites (2022) (ministère de l'Environnement; ministère de la Santé). (2022) Gaz C I, 2365. (Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)). Disponible à : <https://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2022/2022-05-14/pdf/g1-15620.pdf>.
19. Awad E, Zhang X, Bhavsar SP, Petro S, Crozier PW, Reiner EJ, et al. Long-term environmental fate of perfluorinated compounds after accidental release at Toronto airport. Environ Sci Technol. 2011; 45(19) : 8081-9. Disponible à : <https://doi.org/10.1021/es2001985>.
20. Santé Canada. Le sulfonate de perfluorooctane (SPFO) dans l'eau potable [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2016 [modifié le 15 juin 2016; consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/programmes/consultation-sulfonate-perfluorooctane-spfo-eau-potable/document.html>.
21. Food and Drug Administration (FDA). Authorized uses of PFAS in food contact applications [Internet]. Silver Spring, MD : FDA; 2022 [consulté le 16 septembre 2022]. Disponible à :

<https://www.fda.gov/food/chemical-contaminants-food/authorized-uses-pfas-food-contact-applications>.

22. Restaurants Brands International (RBI). Packaging & recycling [Internet]. Toronto (Ontario) : RBI; 2020 [consulté le 16 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.rbi.com/English/sustainability/packaging-and-recycling/default.aspx>.
23. Chen Y, Zhang H, Liu Y, Bowden JA, Tolaymat TM, Townsend TG, et al. Concentrations of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances before and after full-scale landfill leachate treatment. *Waste Manag.* 2022; 153 : 110-20. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.08.024>.
24. Panieri E, Baralic K, Djukic-Cosic D, Buha Djordjevic A, Saso L. PFAS molecules: a major concern for the human health and the environment. *Toxics.* 2022; 10(2) : 44. Disponible à : <https://doi.org/10.3390/toxics10020044>.
25. Interstate Technology Regulatory Council (ITRC). Environmental fate and transport for per- and polyfluoroalkyl substances [Internet]. Washington (district de Columbia) : ITRC; 2020 [consulté le 23 mars 2023]. Disponible à : https://pfas-1.itrcweb.org/fact_sheets_page/PFASFact_Sheet_Fate_and_Transport_April2020.pdf.
26. Environnement et Changement climatique Canada. Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Sulfonate de perfluorooctane dans les poissons et l'eau. Gatineau (Québec) : Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement et du Changement climatique; 2019. Disponible à : <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/cesindicators/pfos-fish-water/2019/PFOS-in-fish-and-water-fr.pdf>.
27. Lalonde B, Garron C. Perfluoroalkyl substances (PFASs) in the Canadian freshwater environment. *Arch Environ Contam Toxicol.* 2022; 82(4) : 581-91. Disponible à : <https://doi.org/10.1007/s00244-022-00922-x>.
28. Gewurtz SB, Backus SM, De Silva AO, Ahrens L, Armellin A, Evans M, et al. Perfluoroalkyl acids in the Canadian environment: multi-media assessment of current status and trends. *Environ Int.* 2013; 59 : 183-200. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.05.008>.
29. Santé Canada. L'acide perfluorooctanoïque (APFO) dans l'eau potable [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2016 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/programmes/consultation-acide-perfluorooctanoique-apfo-eau-potable/document.html>.
30. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). An overview of the science and guidance for clinicians on per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) [Internet]. Boston (Massachusetts) : ATSDR; 2019 [consulté le 25 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/docs/clinical-guidance-12-20-2019.pdf>.
31. Santé Canada. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique : L'acide perfluorooctanoïque (APFO). [Internet]. Ottawa (Ontario) : Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de la Santé; 2018 [consulté le 20 juillet 2022]. Disponible à : https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/sc-hc/H144-13-8-2018-fra.pdf.

32. Santé Canada. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique : Le sulfonate de perfluorooctane (SPFO). [Internet]. Ottawa (Ontario) : Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de la Santé; 2018 [consulté le 20 juillet 2022]. Disponible à : https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/sc-hc/H144-13-9-2018-fra.pdf.
33. Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA). PFAS dans les aliments : l'EFSA évalue les risques et définit un apport tolérable [Internet]. Parma : EFSA; 2022 [consulté le 16 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.efsa.europa.eu/fr/news/pfas-food-efsa-assesses-risks-and-sets-tolerable-intake>.
34. Food and Drug Administration (FDA). Questions and answers on PFAS in food [Internet]. Silver Spring, MD : FDA; 2022 [consulté le 12 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.fda.gov/food/chemical-contaminants-food/questions-and-answers-pfas-food>.
35. Tittlemier SA, Pepper K, Seymour C, Moisey J, Bronson R, Cao XL, et al. Dietary exposure of Canadians to perfluorinated carboxylates and perfluorooctane sulfonate via consumption of meat, fish, fast foods, and food items prepared in their packaging. J Agric Food Chem. 2007; 55(8) : 3203-10. Disponible à : <https://doi.org/10.1021/jf0634045>.
36. Food and Drug Administration (FDA). Analytical results of testing food for PFAS from environmental contamination [Internet]. Silver Spring, MD : FDA; 2022 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.fda.gov/food/process-contaminants-food/analytical-results-testing-food-pfas-environmental-contamination>.
37. Santé Canada. Questions et réponses sur la présence des PFC dans les aliments [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2014 [modifié le 29 juillet 2014; consulté le 16 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/salubrite-aliments/contaminants-chimiques/contaminants-environnementaux/composes-perfluores-aliments/questions-reponses-presence-aliments.html>.
38. Kleywegt S, Raby M, McGill S, Helm P. The impact of risk management measures on the concentrations of per- and polyfluoroalkyl substances in source and treated drinking waters in Ontario, Canada. Sci Total Environ. 2020; 748 : 141195. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141195>.
39. Santé Canada. Parlons d'eau : Sommaire des valeurs de l'eau potable pour le SPFO, l'APFO et les autres SPFA [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2019 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine/valeurs-preliminaires-substances-perfluoroalkyliques-leau-potable.html>.
40. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and your health: PFAS and breastfeeding [Internet]. Boston (Massachusetts) : ATSDR; 2021 [consulté le 14 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/health-effects/pfas-breastfeeding.html>.
41. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and your health: how can I be exposed [Internet]. Boston (Massachusetts) : ATSDR; 2022 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/health-effects/exposure.html>.

42. Rawn DFK, Dufresne G, Clément G, Fraser WD, Arbuckle TE. Perfluorinated alkyl substances in Canadian human milk as part of the Maternal-Infant Research on Environmental Chemicals (MIREC) study. *Sci Total Environ.* 2022; 831 : 154888. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154888>.
43. Environmental Protection Agency (EPA). Our current understanding of the human health and environmental risks of PFAS [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2022 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.epa.gov/pfas/our-current-understanding-human-health-and-environmental-risks-pfas>.
44. Oklahoma State University. Contaminant of emerging concern: per- and polyfluoroalkyl substance (PFAS) [Internet]. [Consulté le 16 septembre 2022.] Disponible à : <https://extension.okstate.edu/programs/solid-waste-management/contaminant-of-emerging-concern-per-and-polyfluoroalkyl-substance-pfas.html>.
45. Michigan Department of Environment, Great Lakes and Energy. Frequently asked questions on air quality related issues Air Quality Workgroup – Michigan PFAS Action Response Team (MPART) [Internet]. 2019 [consulté le 30 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.michigan.gov/-/media/Project/Websites/pfasresponse/documents/MPART/Workgroup/Air-Quality/FAQ-Air-Quality-Related-Issues.pdf?rev=2e8807a55c32424696cad59e4b47ede2>.
46. Santé Canada. Sixième rapport sur la biosurveillance humaine des substances chimiques de l'environnement au Canada : Résultats de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé Cycle 6 (2018 à 2019) [Internet]. 2021. Disponible à : <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/environmental-workplace-health/reports-publications/environmental-contaminants/sixth-report-human-biomonitoring/pub1-fra.pdf>.
47. Xia C, Diamond ML, Peaslee GF, Peng H, Blum A, Wang Z, et al. Per- and polyfluoroalkyl substances in North American school uniforms. *Environ Sci Technol.* 2022; 56(19) : 13845-57. Disponible à : <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02111>.
48. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). PFAS in the US population [Internet]. Boston (Massachusetts) : ATSDR; 2022 [consulté le 8 février 2023]. Disponible à : <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/health-effects/us-population.html>.
49. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Biomonitoring data tables for environmental chemicals [Internet]. Silver Spring, MD : CDC; 2022 [consulté le 8 février 2023]. Disponible à : https://www.cdc.gov/exposurereport/data_tables.html.
50. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and your health: what are the health effects of PFAS? [Internet]. Boston (Massachusetts) : ATSDR; 2022 [consulté le 13 juillet 2022]. Disponible à : <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/health-effects/index.html>.
51. Costello E, Rock S, Stratakis N, Eckel SP, Walker DI, Valvi D, et al. Exposure to per- and polyfluoroalkyl substances and markers of liver injury: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect.* 2022; 130(4) : 046001. Disponible à : <https://doi.org/10.1289/EHP10092>.

52. Gui SY, Chen YN, Wu KJ, Liu W, Wang WJ, Liang HR, et al. Association between exposure to per- and polyfluoroalkyl substances and birth outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*. 2022; 10 : 855348. Disponible à : <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.855348>.
53. Yang Z, Liu HY, Yang QY, Chen X, Li W, Leng J, et al. Associations between exposure to perfluoroalkyl substances and birth outcomes: a meta-analysis. *Chemosphere*. 2022; 291 (partie 2) : 132909. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132909>.
54. Deji Z, Liu P, Wang X, Zhang X, Luo Y, Huang Z. Association between maternal exposure to perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances and risks of adverse pregnancy outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ*. 2021; 783 : 146984. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146984>.
55. Gao X, Ni W, Zhu S, Wu Y, Cui Y, Ma J, et al. Per- and polyfluoroalkyl substances exposure during pregnancy and adverse pregnancy and birth outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Environ Res*. 2021; 201 : 111632. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111632>.
56. Bartell SM, Vieira VM. Critical review on PFOA, kidney cancer, and testicular cancer. *J Air Waste Manag Assoc*. 2021; 71(6) : 663-79. Disponible à : <https://doi.org/10.1080/10962247.2021.1909668>.
57. Steenland K, Winquist A. PFAS and cancer, a scoping review of the epidemiologic evidence. *Environ Res*. 2021; 194 : 110690. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110690>.
58. Luo Y, Deji Z, Huang Z. Exposure to perfluoroalkyl substances and allergic outcomes in children: a systematic review and meta-analysis. *Env Res*. 2020; 191 :110145. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110145>.
59. Zhang X, Xue L, Deji Z, Wang X, Liu P, Lu J, et al. Effects of exposure to per- and polyfluoroalkyl substances on vaccine antibodies: a systematic review and meta-analysis based on epidemiological studies. *Environ Pollut Barking Essex*. 1^{er} août 2022; 306 : 119442. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119442>.
60. Petersen KU, Larsen JR, Deen L, Flachs EM, Hærvig KK, Hull SD, et al. Per- and polyfluoroalkyl substances and male reproductive health: a systematic review of the epidemiological evidence. *J Toxicol Env Health B Crit Rev*. 2020; 23(6) : 276-91. Disponible à : <https://doi.org/10.1080/10937404.2020.1798315>.
61. Centre international de recherche sur le cancer (CIRC). Some chemicals used as solvents and in polymer manufacture: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 110. Genève : Organisation mondiale de la Santé; 2017. Disponible à : <https://publications.iarc.fr/547>.
62. Environmental Protection Agency (EPA). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2022 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sdwa/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas>.
63. Bureau de santé du district de North Bay-Parry Sound. Perfluoroalkylated substances in water: Medical Officer of Health report and recommendations [Internet]. Parry Sound (Ontario) : Bureau de santé du district de North Bay-Parry Sound; 2017 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.myhealthunit.ca/en/community-data-and-reports/resources/Reports-Statistics-->

[Geographic-Profiles/Environmental-health/PFAS-MOH-Report-and-Recommendations-2017-08-15.pdf.](#)

64. Ontario. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs. Rapport annuel 2022 du ministre sur l'eau potable [Internet]. Toronto (Ontario) : Imprimeur du Roi pour l'Ontario; 2022 [mis à jour le 19 décembre 2022; consulté le 15 février 2023]. Disponible à : <https://www.ontario.ca/fr/page/rapport-annuel-2022-du-ministre-sur-leau-potable>.
65. Santé Canada. Objectif proposé pour la qualité de l'eau potable au Canada pour les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées : Aperçu [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2023 [consulté le 10 février 2023]. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/programmes/consultation-objectif-propose-qualite-eau-potable-canada-substances-perfluoroalkylees-polyfluoroalkylees/apercu.html>.
66. Environmental Protection Agency (EPA). Method 533: determination of per- and polyfluoroalkyl substances in drinking water by isotope dilution anion exchange solid phase extraction and liquid chromatography/tandem mass spectrometry [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2019 [consulté le 15 février 2023]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-12/documents/method-533-815b19020.pdf>.
67. Environmental Protection Agency (EPA). Method 537.1: determination of selected per- and polyfluorinated alkyl substances in drinking water by solid phase extraction and liquid chromatography/tandem mass spectrometry [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2020 [consulté le 15 février 2023]. Disponible à : https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?dirEntryId=343042&Lab=NERL.
68. Environmental Protection Agency (EPA). Drinking water health advisories for PFOA and PFOS [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2022 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sdwa/drinking-water-health-advisories-pfoa-and-pfos>.
69. Environmental Protection Agency (EPA). Drinking water health advisories for GenX chemicals and PFBS [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2022 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sdwa/drinking-water-health-advisories-genx-chemicals-and-pfbs>.
70. Environmental Protection Agency (EPA). Drinking water health advisories (HAs) [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2022 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sdwa/drinking-water-health-advisories-has>.
71. Environmental Protection Agency (EPA). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS): proposed PFAS national primary drinking water regulation [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2023 [consulté le 16 mars 2023]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sdwa/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas>.
72. Environmental Protection Agency (EPA). Public comment draft toxicity assessment and proposed maximum contaminant level goal for perfluorooctanoic acid (PFOA) in drinking water [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2023 [consulté le 16 mars 2023]. Disponible à : https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-03/MAIN_Proposed%20MCLG%20for%20PFOA%20in%20Drinking%20Water_3.9.23_For%20Proposal.pdf.

73. Environmental Protection Agency (EPA). Public comment draft toxicity assessment and proposed maximum contaminant level goal for perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) in drinking water [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2023 [consulté le 16 mars 2023]. Disponible à : https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-03/MAIN_Proposed%20MCLG%20for%20PFOS%20in%20Drinking%20Water_3.9.23_For%20Proposal_0.pdf.
74. Environmental Protection Agency (EPA). Public review draft: maximum contaminant level goal (MCLG) summary document for a mixture of four per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS): HFPO-DA and its ammonium salt (also known as GenX chemicals), PFBS, PFNA, and PFHxS [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2023 [consulté le 16 mars 2023]. Disponible à : <https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-03/PFAS%20HI%20MCLG%20Public%20Review%20Draft%2009%20March%202023.pdf>.
75. Interstate Technology Regulatory Council (ITRC). Fact sheets: PFAS water and soil regulatory and guidance values table excel file [Internet]. Washington (district de Columbia) : ITRC; 2022 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : https://pfas-1.itrcweb.org/wp-content/uploads/2022/09/ITRCPFASWaterandSoilValuesTables_AUG2022-Final.xlsx.
76. Environmental Protection Agency (EPA). Reducing PFAS in drinking water with treatment technologies [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2018 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sciencematters/reducing-pfas-drinking-water-treatment-technologies>.
77. NSF. PFOA/PFOS reduction claims requirements added to NSF standards for drinking water treatment devices [Internet]. Guelph (Ontario) : NSF; 2019 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.nsf.org/news/pfoa-pfos-reduction-claims-requirements-added-to-nsf-standards>.
78. Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). Document scientifique pour le développement de recommandations canadiennes pour la qualité du sol et des eaux souterraines visant la protection de l'environnement et la santé humaine [Internet]. 2021. Disponible à : <https://ccme.ca/fr/res/pfossoilandgroundwaterqualityguidelinescdfr.pdf>.
79. Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). Recommandations : Les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (RCQE) établissent des objectifs, qui reposent sur des bases scientifiques, pour la qualité des écosystèmes aquatiques et terrestres. Gatineau (Québec) : CCME; 2021. Disponible à : <https://ccme.ca/fr/priorites-actuelles/recommandations-canadiennes-pour-la-qualit-de-lenvironnement>.
80. Environmental Protection Agency (EPA). Meaningful and achievable steps you can take to reduce your risk [Internet]. Washington (district de Columbia) : EPA; 2022 [consulté le 12 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.epa.gov/pfas/meaningful-and-achievable-steps-you-can-take-reduce-your-risk>.
81. Ontario. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs. Carte : Guide de consommation du poisson de l'Ontario [Internet]. Toronto (Ontario) : Imprimeur du Roi pour l'Ontario; 2022 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.ontario.ca/fr/page/guide-de-consommation-du-poisson-de-lontario>.

82. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). PFAS exposure assessment community update – online information session [Internet]. Boston (Massachusetts) : ATSDR; 2021 [consulté le 13 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/activities/assessments/online-session.html>.
83. Agence européenne pour l'environnement. Emerging chemical risks in Europe — 'PFAS' [Internet]. Copenhague; Agence européenne pour l'environnement; 2019 [consulté le 14 septembre 2022]. Disponible à : <https://www.eea.europa.eu/publications/emerging-chemical-risks-in-europe>.
84. Whitehead HD, Venier M, Wu Y, Eastman E, Urbanik S, Diamond ML, et al. Fluorinated compounds in north american cosmetics. *Environ Sci Technol Lett*. 2021; 8(7) : 538-44. Disponible à : <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00240>.
85. Environnement et Changement climatique Canada. Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) : Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement Sulfonate de perfluorooctane [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2018 [consulté le 22 mars 2023]. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/evaluation-substances-existantes/recommandations-federales-qualite-environnement-sulfonate-perfluorooctane.html>.
86. Gewurtz SB, Bradley LE, Backus S, Dove A, McGoldrick D, Hung H, et al. Perfluoroalkyl acids in Great Lakes precipitation and surface water (2006–2018) indicate response to phase-outs, regulatory action, and variability in fate and transport processes. *Environ Sci Technol*. 6 août 2019; 53(15) : 8543-52. Disponible à : <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01337>.

Annexe A : Niveaux de SPFA dans l'environnement

Tableau A : Niveaux de SPFO mesurés dans de l'eau, des poissons, des sédiments et de l'air du Canada, tels que mentionnés dans diverses études.^{26,27,38,85,86}

Type d'échantillon	Description de l'échantillon	Concentrations de SPFO mesurées
Eaux de surface	Échantillons prélevés dans 29 sites d'échantillonnage dispersés au Canada de 2013 à 2020	Concentration médiane de 2,3 ng/l Concentration maximale de 27,6 ng/l
	Échantillons prélevés dans les stations de référence riveraines des Grands Lacs de 2005 à 2019	Concentrations médianes de 2,30 ng/l (2005-2007) et de 2,15 ng/l (2018-2019) Concentrations moyennes (IC : 95 %) de 3,74 ng/l (2005-2007) et de 2,03 ng/l (2018-2019) Concentrations maximales de 15 ng/l (2005-2007) et de 10 ng/l (2018-2019)
	Échantillons prélevés dans le bassin des Grands Lacs de 2006 à 2018 (comprend des précipitations et des eaux de surface)	Concentrations médianes de 0,93 et de 2,1 ng/l dans les précipitations et les eaux de surface respectivement Concentrations maximales de 7,4 et de 14 ng/l dans les précipitations et les eaux de surface respectivement
	Échantillons prélevés dans huit sites de drainage dispersés au Canada de 2016 à 2017	Fourchette de concentrations de 2 à 26,1 ng/l
	Échantillons prélevés dans 11 zones de drainage dispersées au Canada de 2007 à 2010	Concentration maximale de 10 ng/l
Poissons	Tissus de touladis prélevés dans le lac Ontario de 2013 à 2014	Fourchette de concentrations de 40 à 60 µg/kg
	Touladis et dorés prélevés dans le lac Ontario en 2006 et en 2010	Moyenne géométrique de 62 µg/kg
	Touladis et dorés prélevés dans le lac Érié en 2006 et en 2010	Moyenne géométrique de 90 µg/kg
Sédiments	Échantillons prélevés dans 18 sites dispersés au Canada en 2008	Concentration maximale de 0,010 µg/g (poids sec) dans le lac Ontario
Air	Échantillons d'air de grand volume prélevés à trois endroits en 2009	Moyenne géométrique : Toronto (Ontario) : 1,5 pg/m ³ Lac Supérieur : 0,43 pg/m ³ Alert (Nunavut) : 0,2 pg/m ³

Type d'échantillon	Description de l'échantillon	Concentrations de SPFO mesurées
	Échantillons d'air passifs prélevés à huit endroits en 2009	Résultats d'échantillons uniques : Nord de l'Ontario : 18 pg/m ³ Toronto (Ontario) : 8 pg/m ³ Saskatchewan : 5 pg/m ³ Whistler (C.-B.) : 4 pg/m ³ Alert (Nunavut) : 2 pg/m ³ (Non détectés aux autres sites)
Eaux souterraines	Échantillons prélevés dans des sites présentant une contamination aux SPFA connue (zones de formation de pompiers dans des aéroports)	Fourchettes de concentrations : London (Ontario) : 5 000 à 130 000 ng/l Hamilton (Ontario) : <20 à 560 000 ng/l

Note : Les données liées aux eaux souterraines exprimées en µg/l ont été converties en ng/l aux fins de comparaison.

Annexe B : Recommandations sur les concentrations de SPFA dans l'eau potable en Ontario et au Canada

Tableau B – Recommandation provisoire sur l'eau potable du MEPP et concentrations maximales acceptables et seuils d'intervention de Santé Canada pour diverses SPFA. Toutes les concentrations sont exprimées en nanogrammes par litre (ng/l).

SPFA	Recommandation provisoire du MEPP ⁶⁴	Recommandations de Santé Canada ³⁹
Acide perfluorobutanoïque (APFB)	-	30 000 ^{SI}
Acide perfluoropentanoïque (APFPe)	-	200 ^{SI}
Acide perfluorohexanoïque (APFHx)	-	200 ^{SI}
Acide perfluoroheptanoïque APFHp	-	200 ^{SI}
Sulfonate de perfluorobutane (SPFB)	-	15 000 ^{SI}
Acide perfluorooctanoïque (APFO)	-	200 ^{CMA}
Acide perfluorononanoïque (APFN) ¹	-	20 ^{SI}
Acide perfluorodécanoïque (APFD)	-	-
Acide perfluoroundécanoïque (APFUnD)	-	-
Acide perfluorododécanoïque (APFDo)	-	-
Sulfonate de perfluorohexane (SPFHx)	-	600 ^{SI}
Sulfonate de perfluorooctane (SPFO)	-	600 ^{CMA}
Acide perfluorodécanesulfonique (APFDS)	-	-
Acide perfluorodécanesulfonique (APFDS)	-	-
Sulfonate de fluorotélomère 6:2 (SFT 6:2)	-	200 ^{SI}
Sulfonate de fluorotélomère 8:2 (SFT 8:2)	-	200 ^{SI}
Somme de 11 SPFA	70	-

Notes :

La recommandation provisoire sur l'eau potable du MEPP est fondée sur la somme des concentrations de 11 SPFA.

« CMA » : concentration maximale acceptable.

« SI » : seuil d'intervention.

« - » : Recommandation non disponible pour cette substance.

Modèle proposé pour citer le document

Agence ontarienne de protection et de promotion de la santé (Santé publique Ontario). Les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (SPFA). Toronto (Ontario) : Imprimeur du Roi pour l'Ontario, 2023.

Avis de non-responsabilité

Santé publique Ontario (SPO) a conçu le présent document. SPO offre des conseils scientifiques et techniques au gouvernement, aux agences de santé publique et aux fournisseurs de soins de santé de l'Ontario. Les travaux de SPO s'appuient sur les meilleures données probantes disponibles au moment de leur publication. L'application et l'utilisation du présent document relèvent de la responsabilité des utilisateurs. SPO n'assume aucune responsabilité relativement aux conséquences de l'application ou de l'utilisation du document par quiconque. Le présent document peut être reproduit sans permission à des fins non commerciales seulement, sous réserve d'une mention appropriée de Santé publique Ontario. Aucun changement ni aucune modification ne peuvent être apportés à ce document sans la permission écrite explicite de Santé publique Ontario.

Remerciements

Les auteurs souhaitent exprimer leur appréciation sincère à leurs collègues des services de santé publique des municipalités régionales de Durham et de York, des bureaux de santé des districts de Leeds, Grenville et Lanark et de Simcoe-Muskoka, et du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario, qui ont effectué l'examen par des pairs.

Pour en savoir plus

Pour obtenir plus de renseignements, faites parvenir un courriel à : EOH@oahpp.ca

Santé publique Ontario

Santé publique Ontario est un organisme du gouvernement de l'Ontario voué à la protection et à la promotion de la santé de l'ensemble de la population ontarienne, ainsi qu'à la réduction des iniquités en matière de santé. Santé publique Ontario met les connaissances et les renseignements scientifiques les plus pointus du monde entier à la portée des professionnels de la santé publique, des travailleurs de la santé de première ligne et des chercheurs.

Pour obtenir plus de renseignements au sujet de SPO, veuillez consulter santepubliqueontario.ca.