

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

ET DE LA LUTTE CONTRE

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

COMPOSÉS PERFLUORÉS DANS L'EAU POTABLE AU QUÉBEC

Suivis réalisés de 2016 à 2021

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction générale des politiques de l'eau du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCC.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/reenseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Pour obtenir un exemplaire du document

Visitez notre site Web : www.environnement.gouv.qc.ca

Dépôt légal – 2022

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN 978-2-550-91841-7 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2022

Équipe de réalisation

Coordination

Anouka Bolduc
Direction de l'eau potable et des eaux souterraines

Rédaction

Anouka Bolduc et Donald Ellis
Direction de l'eau potable et des eaux souterraines

Benoit Sarasin
Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Saisie et traitement de données

Isabel Parent
Direction de l'eau potable et des eaux souterraines

Collaborateurs

David Berryman
Direction de la qualité des milieux aquatiques

Mélanie Desrosiers
Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Andréanne Bienvenue, Édith Bourque et Philippe Cantin
Direction de l'eau potable et des eaux souterraines

Justine Lacombe-Bergeron et Bernard Patry
Direction des eaux usées

Agathe Vialle et Josée Dionne
Direction des matières résiduelles

Sophie Moffatt-Bergeron et Guy Parenteau
Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de l'Estrie

Remerciements

Le présent rapport sur les composés perfluorés dans l'eau potable au Québec, pour la période 2016--2021, découle du travail concerté de plusieurs personnes de la Direction de l'eau potable et des eaux souterraines (Direction générale des politiques de l'eau) appuyées par d'autres unités du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

Nos sincères remerciements vont au personnel du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, de la Direction de la qualité des milieux aquatiques, de la Direction des eaux usées, de la Direction des matières résiduelles et de la Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de l'Estrie pour leur soutien dans la réalisation du rapport. Nous tenons également à souligner le travail qu'effectuent les inspecteurs des directions régionales du MELCC dans la réalisation des campagnes d'échantillonnage.

Résumé

Depuis plusieurs décennies, les composés perfluorés entrent dans la fabrication de nombreux biens de consommation pour leurs propriétés imperméabilisantes et antitaches. Une réglementation fédérale interdit depuis plusieurs années la fabrication, l'utilisation, la vente et l'importation au Canada des composés perfluorés les plus toxiques, persistants et bioaccumulables.

En 2018, Santé Canada a publié des recommandations pour la qualité de l'eau potable au regard des principaux composés perfluorés. La réglementation en matière de qualité de l'eau potable au Québec relève du MELCC. Parallèlement à la réglementation en vigueur, le MELCC coordonne un programme de surveillance de la qualité de l'eau potable. Ce programme de surveillance permet de documenter la présence de substances qui ne font pas l'objet de normes québécoises, mais pour lesquelles la situation pourrait changer dans le futur.

Comme les composés perfluorés sont persistants dans l'environnement, il n'est pas rare d'en retrouver en faibles concentrations dans les sources d'approvisionnement en eau. C'est pourquoi le MELCC réalise des suivis de ces substances. Le présent rapport expose les données recueillies entre 2016 et 2021 à 41 installations de production d'eau potable.

Les résultats obtenus durant cette période sont cohérents avec les hypothèses de départ ainsi qu'avec les résultats observés ailleurs dans le monde :

- En raison de l'absence d'industrie qui produit des composés perfluorés au Québec, ces substances, lorsqu'elles sont détectées, le sont à de faibles concentrations dans l'eau des installations de production d'eau potable. Les concentrations maximales mesurées sont inférieures aux valeurs recommandées par Santé Canada et aux critères provisoires proposés par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) pour la qualité de l'eau potable ;
- Comme les traitements conventionnels de l'eau potable sont inefficaces pour éliminer les composés perfluorés, les concentrations mesurées dans l'eau traitée sont essentiellement les mêmes que dans l'eau brute;
- Les concentrations des principaux composés perfluorés mesurées par le MELCC sont en diminution, vraisemblablement sous l'effet de la réglementation fédérale;
- Les concentrations maximales des composés perfluorés observées au Québec sont comparables à celles mesurées ailleurs en Amérique du Nord, en Europe, en Asie, en Afrique ou en Australie.

À la lumière de ces résultats, l'exposition de la population québécoise aux composés perfluorés, lorsqu'elle boit l'eau du robinet, apparaît faible. En fait, les principales sources d'exposition des Canadiens sont l'ingestion d'aliments qui ont été en contact avec ces substances et l'utilisation de produits de consommation qui en contiennent.

Le MELCC prévoit poursuivre le suivi des composés perfluorés dans le cadre de son programme de surveillance de la qualité de l'eau potable. Par ailleurs, une réflexion est en cours concernant l'ajout de normes pour les principaux composés perfluorés au Règlement sur la qualité de l'eau potable. Néanmoins, le *Guide de conception des installations de production d'eau potable* recommande déjà que le concepteur d'une installation de production prenne en considération les concentrations des principaux composés perfluorés dans la source d'approvisionnement lors de la préparation de projets d'ajout ou de modification d'un procédé de traitement.

Table des matières

Équipe de réalisation	iii
Remerciements	iv
Résumé	v
Avant-propos	1
1. Introduction	2
1.1 Recommandations pour la qualité de l'eau potable	2
1.2 Efficacité des procédés de traitement	3
1.3 Hypothèses de départ	4
2. Méthodologie	4
2.1 Caractéristiques des installations échantillonnées	4
2.2 Modalités d'échantillonnage	7
2.3 Substances analysées et méthode d'analyse	8
3. Résultats	10
3.1 Eau de surface	11
3.2 Eau souterraine	13
3.3 Comparaison avec les résultats obtenus dans d'autres études	14
4. Discussion	16
5. Conclusion	17
6. Références bibliographiques	18

Avant-propos

Les composés perfluorés sont des substances chimiques synthétiques utilisées comme enduits imperméabilisants et antitaches dans la fabrication de nombreux biens de consommation¹. On les retrouve dans certains tissus de vêtements ou de meubles, dans les emballages de certains aliments et dans des matériaux de construction. Le Téflon^{MD}, utilisé pour les poêles à frire antiadhésives, est fait à base de composés perfluorés. C'est aussi le cas du Gore-Tex^{MD} employé dans des vêtements de plein air. Les composés perfluorés sont aussi utilisés dans la fabrication de mousses servant à éteindre les incendies.

Au Québec, aucune industrie ne produit des composés perfluorés, ce qui représenterait une source potentielle plus importante. Ainsi, sur le territoire québécois, les sources potentielles de contamination par ces substances sont surtout diffuses :

- L'usure des objets enduits de composés perfluorés que nous utilisons chaque jour est l'une des principales sources de ces substances dans l'environnement¹. Celles-ci se retrouvent en partie dans les eaux usées par l'entremise des machines à laver les vêtements ou la vaisselle.
- Les déchets domestiques qui contiennent des composés perfluorés peuvent également être une source de ces substances dans l'environnement¹. Bien que les eaux qui s'écoulent des lieux d'enfouissement soient traitées, elles peuvent contenir de petites concentrations de composés perfluorés.
- L'emploi de mousses extinctrices dans la lutte contre les incendies représente une autre source potentielle de composés perfluorés¹.

Les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées sont conçus pour retirer la matière organique, les particules en suspension et, dans certains cas, l'azote ammoniacal, le phosphore ainsi que les microorganismes pathogènes présents en grande concentration. Ils n'ont pas été conçus pour éliminer les substances mesurées en faibles concentrations, tels que les composés perfluorés. Entre 2022 et 2025, les ouvrages municipaux d'assainissement devront caractériser leurs effluents pour plus de 300 substances, incluant les composés perfluorés. Cette caractérisation permettra de déterminer les interventions requises pour assurer leur diminution dans les effluents.

À la suite du traitement des eaux usées, une portion des composés perfluorés pourrait se retrouver dans la fraction solide appelée boue ou biosolide. Le recyclage des biosolides par retour au sol pourrait alors constituer une source potentielle de composés perfluorés dans l'environnement. Le MELCC élabore actuellement un projet de recherche afin de mettre à jour ses connaissances à propos des contaminants qui peuvent se retrouver dans les biosolides, incluant les composés perfluorés. Cette mise à jour servira à identifier les substances susceptibles de constituer un risque réel d'exposition pour la population ou l'environnement afin d'apporter, le cas échéant, les ajustements appropriés à la réglementation en vigueur.

Les systèmes de traitement des lieux d'enfouissement des matières résiduelles ne sont pas non plus conçus pour éliminer les composés perfluorés qui peuvent se retrouver aux effluents. Leur suivi dans les eaux traitées permettra d'évaluer si des interventions particulières seront requises pour en réduire le rejet dans l'environnement.

¹ Environnement Canada (2006)

Une réglementation fédérale interdit la fabrication, l'utilisation, la vente et l'importation au Canada des composés perfluorés les plus toxiques, persistants et bioaccumulables ainsi que des produits qui en contiennent. Ces interdictions visent le sulfonate de perfluorooctane (PFOS) depuis 2008² et l'acide perfluorooctanoïque (PFOA) depuis 2016³, ainsi que d'autres composés perfluorés à longues chaînes. Un nombre restreint d'utilisations⁴ de ces substances est encore permis par cette réglementation et elles concernent principalement l'emploi de mousses extinctrices qui en contiennent.

Le MELCC est responsable de l'élaboration, de la mise en œuvre et du contrôle de l'application des lois et des règlements visant la protection de la qualité de l'environnement sur le territoire québécois. Ainsi, plusieurs règlements encadrent les activités humaines qui peuvent être à l'origine de la présence de composés perfluorés dans l'environnement. Selon l'évolution des connaissances scientifiques, l'encadrement réglementaire en vigueur est mis à jour lorsque cela est requis.

1. Introduction

La réglementation en matière de qualité de l'eau potable au Québec relève du MELCC. Parallèlement à la réglementation en vigueur, le MELCC coordonne un programme de surveillance de la qualité de l'eau potable. Ce programme de surveillance permet notamment de documenter la présence de substances qui ne font pas l'objet de normes québécoises, mais pour lesquelles la situation pourrait changer dans le futur. Par ailleurs, le MELCC réalise le suivi de différents contaminants dans des cours d'eau dont certains sont utilisés comme source d'approvisionnement en eau potable.

Le présent rapport expose les données recueillies par le MELCC entre 2016 et 2021 au sujet des composés perfluorés dans l'eau potable. Il débute par une section qui décrit les sites et les modalités d'échantillonnage ainsi que la méthode d'analyse employée. Cette section est suivie de la présentation des résultats obtenus et de leur comparaison avec des études similaires réalisées ailleurs dans le monde.

Pour plus d'information sur les suivis réalisés à des installations d'eau potable avant 2016, vous pouvez consulter le rapport publié en 2012⁵. Ce dernier fait état des résultats obtenus lors du premier suivi des composés perfluorés réalisé par le MELCC en 2007-2008.

1.1 Recommandations pour la qualité de l'eau potable

En 2018, Santé Canada a publié des recommandations canadiennes sur le PFOS⁶ et le PFOA⁷ dans l'eau potable. L'élaboration de ces recommandations s'est faite en collaboration avec le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable, auquel le MELCC participe. Elles prennent en compte la faisabilité technique et ont fait l'objet d'une consultation publique pancanadienne. D'autres organismes nationaux et internationaux ont adopté des recommandations pour le PFOS et le PFOA dans l'eau potable. Les valeurs proposées peuvent varier en fonction de la date de l'évaluation sur laquelle elles sont fondées et des différentes approches d'évaluation employées.

² Gouvernement du Canada (2008)

³ Environnement et Changement climatique Canada (2017)

⁴ Gouvernement du Canada (2012)

⁵ Berryman, D., et collab. (2012)

⁶ Santé Canada (2018a)

⁷ Santé Canada (2018b)

Au Québec, le concepteur d'une installation de production d'eau potable doit prendre en considération les concentrations de PFOS et de PFOA dans la source d'approvisionnement lors de la préparation de projets d'ajout ou de modification d'un procédé de traitement qui nécessite une autorisation du MELCC⁸. Les recommandations canadiennes sont les seuils à prendre en compte pour le traitement prévu dans l'installation de production.

Par ailleurs, Santé Canada propose des valeurs préliminaires pour d'autres composés perfluorés dans l'eau potable⁹. Ces valeurs seront utilisées pour interpréter les données présentées dans le présent rapport.

1.2 Efficacité des procédés de traitement

Les composés perfluorés ne sont pas biodégradables dans les conditions habituelles qui prévalent lors de la production d'eau potable. Ils doivent donc être retirés de l'eau en utilisant des procédés chimiques ou physiques^{10, 11}. Plusieurs procédés de traitement sont inefficaces pour éliminer ces substances. C'est le cas du traitement conventionnel, de l'oxydation chimique ou physique (ozonation, chloration, oxydation avancée, ultraviolet), de l'aération, des procédés biologiques et de la filtration membranaire à basse pression comme la microfiltration ou l'ultrafiltration^{10, 11, 12, 13}. D'ailleurs, les résultats obtenus lors du premier suivi des composés perfluorés réalisé par le MELCC¹⁴ avaient confirmé que les procédés conventionnels de traitement de l'eau potable sont peu efficaces pour éliminer ces substances.

Certains procédés s'avèrent très efficaces pour retirer les composés perfluorés, comme l'adsorption sur charbon actif (en grain ou en poudre), la filtration membranaire à haute pression (nanofiltration et osmose inverse) et les procédés d'échange d'ions. Toutefois, l'utilisation de ces procédés vient avec des contraintes importantes. Les procédés de charbon actif doivent être conçus spécifiquement pour les composés présents dans l'eau à traiter. Leur durée sera courte (environ un an pour le charbon actif en grain) et sera affectée par les autres substances présentes, notamment la matière organique^{10, 11, 12, 13}.

Les procédés efficaces pour retirer les composés perfluorés viennent avec un défi de gestion des résidus solides ou liquides qu'ils génèrent. Le charbon actif épuisé ou les eaux concentrées provenant des procédés membranaires ou d'échange d'ions peuvent alors devenir une source de ces substances dans l'environnement¹⁰. Il convient donc de prévoir un procédé qui permet de détruire les composés perfluorés présents dans ces résidus de traitement, comme l'incinération, la pyrolyse, l'oxydation électrochimique ou la sonolyse.

D'autres procédés sont étudiés afin de vérifier leur efficacité à retirer les composés perfluorés pour la production d'eau potable, comme l'électrocoagulation, l'adsorption sur membrane phospholipidique¹⁵ ou la dégradation par l'utilisation combinée d'ultraviolet et de sulfites¹⁶. Cependant, ces procédés sont encore en développement.

Considérant la complexité, la spécificité et les coûts des procédés de traitement efficaces pour retirer les composés perfluorés, ainsi que la gestion des résidus qui en découle, la meilleure approche demeure de

⁸ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2020a)

⁹ Santé Canada (2019)

¹⁰ Crone et collab. (2020)

¹¹ Pontius (2019)

¹² Santé Canada (2018a)

¹³ Santé Canada (2018b)

¹⁴ Berryman, D., et collab. (2012)

¹⁵ Jin et collab. (2021)

¹⁶ Ren et collab. (2021)

choisir une source exempte de ces substances, ou d'intervenir en amont pour diminuer leur présence dans la source d'approvisionnement en eau potable.

1.3 Hypothèses de départ

Comme aucune industrie ne produit des composés perfluorés sur le territoire Québécois, les hypothèses de départ de ces suivis étaient les suivantes :

- Lorsqu'ils sont détectés, les composés perfluorés ne devraient être présents qu'à de faibles concentrations dans l'eau potable au Québec;
- Comme les traitements conventionnels de l'eau potable ne sont pas efficaces pour éliminer ces substances, les concentrations mesurées à l'eau brute et à l'eau traitée des installations de production d'eau potable devraient être similaires;
- Les interdictions au sujet des principaux composés perfluorés devraient avoir mené à une réduction des concentrations observées. Une diminution de la présence de ces substances dans des cours d'eau du Québec a d'ailleurs déjà été constatée¹⁷;
- Dans de rares situations, ces substances pourraient être mesurées à des concentrations plus élevées, par exemple à la suite de l'utilisation, dans l'aire d'alimentation d'une source d'eau souterraine, de mousses extinctrices faites à base de composés perfluorés.

2. Méthodologie

Les composés perfluorés sont utilisés depuis plusieurs décennies dans une grande gamme de biens de consommation et ils sont persistants dans l'environnement. Il n'est donc pas rare d'en retrouver en faibles concentrations dans des sources d'approvisionnement en eau de surface, comme le fleuve Saint-Laurent ou certaines rivières. On peut aussi en détecter à l'occasion dans des sources d'approvisionnement en eau souterraine. C'est pourquoi le MELCC réalise des suivis de ces substances à des installations de production d'eau potable.

2.1 Caractéristiques des installations échantillonnées

Comme l'indique le tableau 1, un total de 41 installations de production d'eau potable alimentées en eau de surface et en eau souterraine ont fait l'objet de suivis par le MELCC entre 2016 et 2021. Ces installations, réparties dans différentes régions du Québec, ont été sectionnées en fonction de la présence de sources potentielles de contamination par les composés perfluorés dans les environs des approvisionnements en eau. Pour ce faire, le MELCC a ciblé des activités humaines pouvant être une source de contamination diffuse, car, rappelons-le, aucune industrie ne produit des composés perfluorés au Québec.

¹⁷ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2020b)

Tableau 1. Sommaire des suivis des composés perfluorés réalisés à des installations de production d'eau potable entre 2016 et 2021

Périodes	Régions	Types de sources	Nombre d'installations
2016	Montréal	Eau de surface	1
	Chaudière-Appalaches		1
	Lanaudière		1
	Montérégie		2
2018-2021	Bas-Saint-Laurent	Eau souterraine	1
	Saguenay-Lac-Saint-Jean		6
	Outaouais		1
	Abitibi-Témiscamingue		4
	Côte-Nord		3
	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine		2
	Lanaudière		5
	Laurentides		4
	Montérégie		6
	Centre-du-Québec		1
2020-2021	Estrie	Eau de surface	3
Total	13 régions	Eau de surface et eau souterraine	41 installations

2.1.1 Eau de surface

2.1.1.1. Fleuve Saint-Laurent et rivières

Parmi les installations de production d'eau potable qui ont fait l'objet de suivis entre 2016 et 2021, cinq installations s'approvisionnent dans le fleuve et des rivières. Ces installations ont été échantillonnées pour vérifier si les interdictions au sujet des principaux composés perfluorés ont mené à une réduction des concentrations mesurées. Les résultats de ce suivi sont d'ailleurs résumés dans le *Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques* publié en 2020¹⁸.

¹⁸ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2020b)

Afin de vérifier si la réglementation fédérale a eu un impact sur les concentrations de ces substances, cinq des installations suivies en 2007-2008 ont été rééchantillonnées en 2016. Le choix de ces cinq installations s'est fait en fonction des fréquences de détection et des concentrations mesurées qui avaient été observées en 2007-2008, en sélectionnant les installations où elles étaient les plus élevées.

Les échantillonnages réalisés en 2007-2008 visaient à connaître les concentrations de composés perfluorés à des installations situées à des endroits où l'on était susceptible de les détecter, compte tenu notamment de la présence d'un effluent d'ouvrages d'assainissement des eaux usées en amont. Lors de ce premier suivi, les échantillons avaient été prélevés à l'eau brute et à l'eau traitée des installations à une fréquence mensuelle durant un an. Comme ce suivi a montré que les concentrations mesurées à l'eau brute et à l'eau traitée, à une même installation, étaient similaires¹⁹, les échantillons prélevés en 2016 l'ont été uniquement à l'eau brute. La fréquence du suivi réalisé en 2016 était également mensuelle, pour les mois de mai à octobre (totalisant 30 échantillons). Cette période de six mois a été retenue pour le suivi de 2016, car il s'agit de la période de l'année où les fréquences de détection et les concentrations mesurées avaient été les plus élevées lors du premier suivi réalisé en 2007-2008.

Outre le suivi des composés perfluorés réalisés à des installations de production d'eau potable qui s'approvisionnent dans le fleuve et des rivières, le MELCC a également réalisé depuis 2007 le suivi de ces substances dans plusieurs cours d'eau du Québec^{19, 20, 21, 22}.

2.1.1.2. Lac Memphrémagog

En 2020-2021, un suivi mensuel des composés perfluorés d'une durée d'un an a été réalisé par le MELCC à trois installations de production d'eau potable qui s'approvisionnent dans le lac Memphrémagog.

Ce suivi avait pour objectif de recueillir des données afin de pouvoir donner suite à une préoccupation des groupes environnementaux et des municipalités riveraines du lac Memphrémagog. Cette préoccupation concerne le prolongement d'un moratoire qui vise le traitement du lixiviat du site d'enfouissement Coventry à la station d'épuration de Newport, au Vermont, dont l'effluent se rejette dans le lac Memphrémagog. Ce moratoire, qui devait prendre fin en 2023, a été prolongé jusqu'en 2026.

Chaque campagne d'échantillonnage comportait le prélèvement d'un échantillon d'eau brute et d'un échantillon d'eau traitée aux trois installations visitées. Au total, 71 échantillons (35 d'eau brute et 36 d'eau traitée) ont été prélevés dans le cadre de ce suivi.

2.1.2 Eau souterraine

Depuis 2018, le MELCC réalise des échantillonnages pour l'analyse des composés perfluorés à des installations de production d'eau potable approvisionnées en eau souterraine. Entre 2018 et 2021, 33 installations ont été visitées. Ces installations étaient approvisionnées par un total de 79 puits (tableau 2). Lorsque possible, ces puits ont été échantillonnés individuellement au printemps ou à l'automne (totalisant 77 échantillons). Comme la qualité de l'eau souterraine présente moins de variabilité saisonnière que celle de l'eau de surface et que les composés perfluorés sont persistants dans l'environnement, cette fréquence d'échantillonnage réduite, comparativement à celle des installations approvisionnées en eau de surface, est possible sans compromettre la qualité du suivi.

¹⁹ Berryman, D., et collab. (2012)

²⁰ Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2017)

²¹ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018a)

²² Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2020c)

Tableau 2. Suivis des composés perfluorés réalisés de 2018 à 2021 à des installations de production d'eau potable approvisionnées en eau souterraine

Période	Régions	Nombre d'installations	Nombre de puits
2018-2021	Bas-Saint-Laurent	1	2
	Saguenay–Lac-Saint-Jean	6	15
	Outaouais	1	2
	Abitibi-Témiscamingue	4	8
	Côte-Nord	3	10
	Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	2	4
	Lanaudière	5	14
	Laurentides	4	8
	Montérégie	6	14
	Centre-du-Québec	1	2
Total	10 régions	33 installations	79 puits

Le choix de ces installations s'est fait selon certains critères, dont la présence de sources potentielles de contamination par les composés perfluorés dans les environs des puits. Pour ce faire, une attention particulière a été apportée à la présence de lieux d'enfouissement ou de sites où des mousses extinctrices peuvent avoir été utilisées, comme des aéroports.

2.2 Modalités d'échantillonnage

Des échantillons ponctuels ont été prélevés aux robinets d'eau brute ou d'eau traitée après avoir laissé couler l'eau cinq minutes. Les contenants fournis par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) entre 2016 et 2020 étaient en plastique de type HDPE (polyéthylène de haute densité) et d'un volume de 500 ml. À compter de mars 2021, ce sont deux contenants de 125 ml, pour un total de 250 ml, qui ont été utilisés.

De plus, le blanc de terrain ajouté à chaque point d'échantillonnage était constitué de deux contenants : le premier, prérempli d'eau par le CEAEQ, devait être transvidé dans le second au moment du prélèvement des échantillons. L'eau utilisée respectait les spécifications de grade type 1 de l'American Society for Testing and Materials.

Après le prélèvement, les contenants remplis d'eau étaient gardés au frais, dans des glacières, pour leur transport au CEAEQ, où ils étaient conservés à 4 °C jusqu'à l'analyse.

2.3 Substances analysées et méthode d'analyse

Le raffinement des méthodes d'analyse en laboratoire a été déterminant dans l'étude des composés perfluorés depuis une quinzaine d'années. En effet, ces méthodes permettent maintenant de les mesurer à de très faibles concentrations.

2.3.1 Substances analysées

Le tableau 3 énumère les 18 composés perfluorés qui ont fait l'objet d'analyses entre 2016 et 2021, de même que les limites de détection associées.

Tableau 3. Composés perfluorés²³ analysés entre 2016 et 2021 et limites de détection associées

Composé			Limite de détection	
Nom	Abréviation ²⁴	Longueur de la chaîne de carbone	Eau brute (ng/l)	Eau traitée (ng/l)
Sulfonate de perfluoro-n-hexane et ses sels	PFHxS	Longue	0,5-1	0,3-0,6
Sulfonate de perfluoro-n-octane et ses sels	PFOS	Longue	0,5-1	0,3-0,6
Acide perfluoro-n-octanoïque ou sa base conjuguée	PFOA	Longue	0,5-1	0,3-0,6
Acide perfluoro-n-nonanoïque ou sa base conjuguée	PFNA	Longue	0,5-1	0,3-0,6
Acide perfluoro-n-décanoïque ou sa base conjuguée	PFDA	Longue	1-2	0,5-1
Acide perfluoro-n-undécanoïque ou sa base conjuguée	PFUdA	Longue	1-2	0,5-1
Sulfonate de perfluoro-n-décane et ses sels	PFDS	Longue	2-4	1-2
Acide 2H-perfluoro-octénoïque ou sa base conjuguée	FHUEA	Courte	1-2	0,5-1
Acide 2H-perfluoro-décénoïque ou sa base conjuguée	FOUEA	Longue	1-2	1-2

²³ Le terme perfluoré est utilisé pour les composés dont la chaîne de carbone est saturée de fluor. Les substances dont une partie de la chaîne contient des atomes d'hydrogène se nomment plus précisément des composés polyfluorés. Les FHUEA, FOUEA, 4:2 FTS, 6:2 FTS et 8:2 FTS sont des composés polyfluorés. L'appellation « composés perfluorés » a été privilégiée pour faciliter la lecture.

²⁴ L'abréviation anglaise a été retenue pour faciliter la compréhension.

Sulfonate de perfluoro-n-butane et ses sels	L-PFBS	Courte	1	1
Sulfonate de perfluoro-n-heptane et ses sels	L-PFHpS	Longue	1	1
Acide perfluoro-n-butanoïque ou sa base conjuguée ²⁵	PFBA	Courte	5	5
Acide perfluoro-n-hexanoïque ou sa base conjuguée	PFHxA	Courte	1	1
Acide perfluoro-n-heptanoïque ou sa base conjuguée	PFHpA	Courte	1	1
Acide perfluoro-n-pentanoïque ou sa base conjuguée	PFPeA	Courte	1	1
Sulfonate de 1H,1H,2H,2H-perfluorohexane et ses sels	4:2 FTS	Courte	1	1
Sulfonate de 1H,1H,2H,2H-perfluorooctane et ses sels	6:2 FTS	Courte	2	2
Sulfonate de 1H,1H,2H,2H-perfluorodécane et ses sels	8:2 FTS	Longue	1	1

2.3.2 Méthode d'analyse

Tous les échantillons prélevés dans le cadre du suivi des composés perfluorés à des installations de production d'eau potable ont été analysés par le CEAEQ. Une brève description de la méthode d'analyse utilisée et du contrôle de la qualité réalisé est présentée ci-dessous.

L'omniprésence des composés perfluorés est propice à la contamination de la chaîne analytique, de l'échantillonnage à l'analyse en laboratoire. Tout le matériel utilisé doit être décontaminé ou vérifié avant son utilisation. Les composés perfluorés sont extraits de l'eau à l'aide d'une cartouche (de type WAX) préalablement conditionnée. La cartouche est séchée, puis l'échantillon est élué à l'aide d'une solution de méthanol. L'échantillon est ensuite évaporé à un petit volume pour être analysé par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem LC-MS/MS. Cette méthode permet de mesurer ces substances sous leur forme anionique ou neutre. Les résultats sont rapportés sous leur forme neutre ou acide. Seuls les isomères dont la chaîne de carbone est linéaire sont rapportés au certificat d'analyse, et non ceux dont la chaîne est ramifiée.

²⁵ Difficultés analytiques rencontrées entre 2016 et 2021; ce composé a donc été retiré temporairement de la liste des substances analysées en 2016 ainsi qu'en 2020 et 2021. Il est de nouveau analysé depuis juillet 2021.

Lors des suivis réalisés en 2020-2021, l'analyse d'échantillons de contrôle de la qualité a soulevé certains questionnements concernant la présence de PFBA. En effet, les analyses des échantillons de contrôle de la qualité ont démontré la présence de PFBA à plusieurs étapes du processus analytique. Cette présence anormale indiquait une contamination probable des contenants utilisés pour la préparation des échantillons de contrôle de la qualité et pour le prélèvement des échantillons aux fins d'analyse des composés perfluorés. Afin de déterminer l'origine exacte de cette contamination procédurale, le CEAEQ a réalisé une investigation sur les contenants de prélèvement. Durant cette investigation, le CEAEQ a retiré le PFBA des composés perfluorés qu'il analysait. Le CEAEQ a trouvé la source du problème et a pu le régler en faisant appel à un autre fournisseur. Il a donc été possible de fournir des résultats pour le PFBA à compter de juillet 2021.

3. Résultats

Comme le présente le tableau 4, les composés perfluorés présents dans les sources d'approvisionnement peuvent être détectés dans l'eau des installations de production d'eau potable.

Tableau 4. Sommaire des résultats obtenus lors des suivis des composés perfluorés réalisés de 2016 à 2021 à des installations de production d'eau potable

Périodes	Types de sources	Nombre d'installations	Installations avec au moins une détection	Puits avec au moins une détection	Composés les plus fréquemment détectés
2016	Fleuve Saint-Laurent et rivières	5	100 %	Non applicable	PFOA, PFHxA, PFOS, PFHpA et PFNA
2018-2021	Eau souterraine	33	27 %	21 %	PFHxA et PFPeA
2020-2021	Lac	3	67 %	Non applicable	PFOA et PFHxA

Selon le sommaire des résultats obtenus, on observe que les fréquences de détection de ces substances sont plus élevées pour les installations approvisionnées en eau de surface que pour celles approvisionnées en eau souterraine. En effet, pour les installations qui s'approvisionnent dans le fleuve ou en rivières, certains composés perfluorés analysés (PFOA, PFHxA et PFHpA) ont été détectés à au moins une reprise à l'eau brute de l'ensemble des installations échantillonnées en 2016. Dans le cas des installations qui s'approvisionnent dans le lac Memphrémagog, quelques détections ont été observées à l'eau brute ou à l'eau traitée de deux des trois installations (67 %) échantillonnées en 2020-2021. Pour ce qui est des installations approvisionnées en eau souterraine, quelques substances ont été détectées dans les échantillons prélevés de 27 % des installations visitées et de 21 % des puits échantillonnés entre 2018 et 2021.

Parmi les dix-huit composés perfluorés analysés par le CEAEQ, six, soit le PFOA, le PFHxA, le PFOS, le PFHpA, le PFNA et le PFPeA, ont été détectés dans 10 % et plus des échantillons prélevés. Comme le présentent les sections 3.1 et 3.2, les concentrations maximales mesurées de ces substances sont inférieures aux valeurs recommandées par Santé Canada et aux critères provisoires proposés par l'EPA²⁶

²⁶ United States Environmental Protection Agency (2016)

pour la qualité de l'eau potable. Cinq autres composés ont été détectés dans moins de 10 % des échantillons, soit le L-PFBS (1 %), le PFHxS (1 %), le PFBA (2 %), le 4:2 FTS (0,6 %) et le 6:2 FTS (2 %).

3.1 Eau de surface

3.1.1 Fleuve Saint-Laurent et rivières

Comme résumé au tableau 4, parmi les composés perfluorés analysés en 2016, cinq ont été détectés dans au moins 10 % des 30 échantillons prélevés aux installations étudiées. Il s'agit du PFOA, du PFHxA, du PFOS, du PFHpA et du PFNA. Les concentrations maximales mesurées pour chacune de ces substances, ainsi que leur comparaison avec les recommandations canadiennes ou les valeurs préliminaires correspondantes, sont présentées au tableau 5.

Tableau 5. Concentrations maximales mesurées en 2016 et leur comparaison avec les recommandations et les valeurs préliminaires de Santé Canada

Composés détectés	Fréquence de détection dans les échantillons	Concentrations maximales mesurées (ng/l)	Concentrations maximales acceptables recommandées par Santé Canada (ng/l)
PFOA	72 %	6	200 ²⁷
PFOS	34 %	3	600 ²⁸
PFNA	31 %	4	20 ²⁹
PFHpA	34 %	3	200 ²⁹
PFHxA	59 %	6	200 ²⁹

On observe que les concentrations maximales mesurées en 2016 sont à l'état de traces (à peine au-dessus des limites de détection) et bien inférieures aux recommandations ou aux valeurs préliminaires proposées par Santé Canada.

Comme les effets sur la santé humaine du PFOA²⁷ et du PFOS²⁸ sont similaires, Santé Canada recommande, lorsque ces substances sont détectées ensemble dans l'eau potable, que les concentrations mesurées de ces deux substances soient prises en considération. Pour ce faire, il est recommandé d'additionner le rapport de la concentration observée de PFOA sur sa concentration maximale acceptable (CMA) et le rapport de la concentration observée de PFOS sur sa CMA. Si le résultat de cette addition est égal ou inférieur à 1, l'eau potable est considérée comme propre à la consommation. En utilisant cette approche, et les concentrations les plus élevées de PFOA et du PFOS mesurées en 2016 dans un même échantillon, on obtient un résultat de 0,033 bien inférieur à la valeur de 1.

Par ailleurs, l'EPA³⁰ propose un critère de 70 ng/l pour le PFOA et de 70 ng/l pour le PFOS. L'EPA considère que lorsque le PFOA et le PFOS se retrouvent simultanément dans l'eau potable, leurs concentrations devraient être additionnées pour ensuite être comparées au critère de 70 ng/l. En

²⁷ Santé Canada (2018b)

²⁸ Santé Canada (2018a)

²⁹ Santé Canada (2019)

³⁰ United States Environmental Protection Agency (2016)

considérant l'approche proposée par l'EPA et les concentrations les plus élevées de PFOA et du PFOS mesurées dans un même échantillon, on obtient un résultat de 8 ng/l inférieur au critère de 70 ng/l.

Comme mentionné précédemment (voir la section 2.1.1.1), ces installations ont été échantillonnées en 2016 pour vérifier si la réglementation fédérale à l'égard des principaux composés perfluorés a conduit à une réduction des concentrations observées. Ce rééchantillonnage réalisé à cinq des installations suivies en 2007-2008³¹ montre en effet une réduction des concentrations mesurées³². Comme le présente la figure 1, en 2007-2008, la concentration maximale mesurée était de 66 ng/l pour le PFOA et de 8,8 ng/l pour le PFOS. C'est ce qui a été observé également en Ontario, où la réglementation fédérale a contribué à la diminution des concentrations des principaux composés perfluorés mesurées dans les cours d'eau de cette province³³.

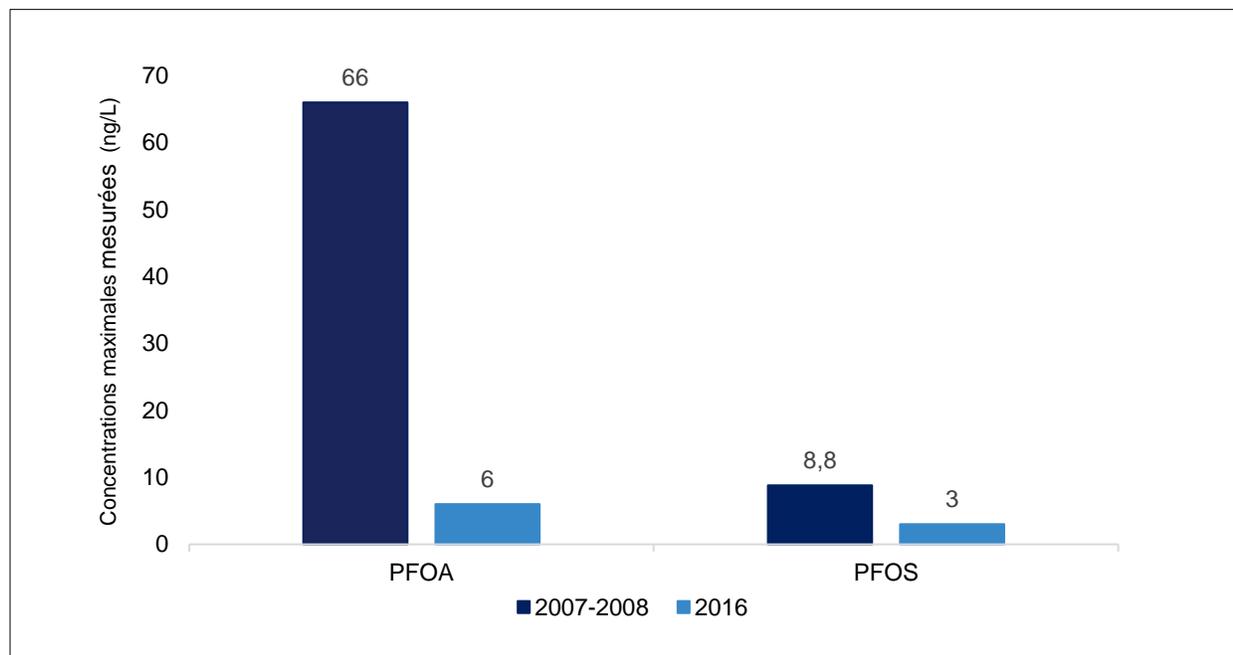


Figure 1. Concentrations maximales de PFOA et de PFOS mesurées en 2007-2008 et leur comparaison avec les concentrations maximales mesurées en 2016

3.1.2 Lac Memphrémagog

Deux composés perfluorés, le PFOA et le PFHxA, ont été détectés à l'état de traces, à l'eau brute ou traitée de deux des trois installations visitées en 2020-2021. Ils ont été mesurés dans respectivement 11 % et 10 % des 71 échantillons prélevés.

Dans le cas du PFOA, les concentrations maximales mesurées étaient de 2 ng/l à l'eau brute et de 1 ng/l à l'eau traitée. Pour ce qui est des concentrations maximales de PFHxA, elles étaient de 3 ng/l à l'eau brute et de 1 ng/l à l'eau traitée. Comme lors de précédents suivis réalisés par le MELCC³¹, les résultats de ce suivi montrent qu'à une même installation les concentrations mesurées à l'eau brute et à l'eau traitée sont du même ordre.

³¹ Berryman, D., et collab. (2012)

³² Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2020b)

³³ Kleywegt et collab. (2020)

Le tableau 6 présente les concentrations maximales mesurées pour les deux substances détectées et leur comparaison avec les valeurs recommandées par Santé Canada.

Tableau 6. Concentrations maximales mesurées en 2020-2021 et leur comparaison avec les valeurs recommandées par Santé Canada

Composés détectés	Fréquence de détection dans les échantillons	Concentrations maximales mesurées (ng/l)	Concentrations maximales acceptables recommandées par Santé Canada (ng/l)
PFOA	11 %	2	200 ³⁴
PFHxA	10 %	3	200 ³⁵

On observe que les concentrations maximales mesurées lors du suivi de 2020-2021 sont largement inférieures aux valeurs recommandées par Santé Canada. La concentration maximale mesurée pour le PFOA est également inférieure au critère de 70 ng/l proposé par l'EPA³⁶.

3.2 Eau souterraine

Comme présenté au tableau 4, deux composés perfluorés ont été détectés dans au moins 10 % des 77 échantillons prélevés à l'eau brute d'installations approvisionnées en eau souterraine entre 2018 et 2021. Il s'agit du PFHxA (17 %) et du PFPeA (14 %). Par ailleurs, le PFOA (6 %) et le PFOS (4 %) ont aussi été détectés dans moins de 10 % des échantillons. Les concentrations maximales mesurées pour chacune de ces substances, ainsi que leur comparaison avec les recommandations canadiennes ou les valeurs préliminaires correspondantes, sont présentées au tableau 7.

Tableau 7. Concentrations maximales mesurées entre 2018 et 2021 et leur comparaison avec les recommandations et les valeurs préliminaires de Santé Canada

Composés détectés	Fréquence de détection dans les échantillons	Concentrations maximales mesurées (ng/l)	Concentrations maximales acceptables recommandées par Santé Canada (ng/l)
PFOA	6 %	4	200 ³⁴
PFOS	4 %	3	600 ³⁷
PFHxA	17 %	30	200 ³⁵
PFPeA	14 %	48	200 ³⁵

Dans la grande majorité (94 %) des installations approvisionnées en eau souterraine, lorsque détectés, les composés perfluorés étaient présents à l'état de traces. Certains composés, comme le PFHxA et le PFPeA, ont néanmoins été mesurés à des concentrations de quelques dizaines de nanogrammes par litre (ng/l)

³⁴ Santé Canada (2018b)

³⁵ Santé Canada (2019)

³⁶ United States Environmental Protection Agency (2016)

³⁷ Santé Canada (2018a)

dans 6 % des installations visitées. Les concentrations maximales mesurées demeurent inférieures aux recommandations ou aux valeurs préliminaires proposées par Santé Canada.

Comme mentionné précédemment (voir la section 3.1), lorsque le PFOA³⁸ et le PFOS³⁹ sont détectés ensemble dans l'eau potable, Santé Canada recommande que les concentrations mesurées de ces deux substances soient prises en considération. En fonction de l'approche recommandée par Santé Canada et à partir des concentrations les plus élevées de PFOA et du PFOS mesurées dans un même échantillon, on obtient un résultat de 0,025 bien inférieur à la valeur de 1 considérée comme sécuritaire. Par ailleurs, avec l'approche proposée par l'EPA⁴⁰ et les concentrations les plus élevées de PFOA et du PFOS mesurées dans un même échantillon, on obtient un résultat de 7 ng/l, ce qui est également inférieur au critère de l'EPA de 70 ng/l.

3.3 Comparaison avec les résultats obtenus dans d'autres études

Le tableau 8 présente les concentrations maximales des composés perfluorés les plus fréquemment détectés rapportées dans le présent rapport et dans d'autres études réalisées en Amérique du Nord, en Europe, en Asie, en Afrique et en Australie. Des concentrations maximales mesurées dans de l'eau embouteillée sont également présentées. Bien que ce tableau ne représente pas un inventaire de toutes les études réalisées dans le monde, il permet néanmoins de comparer les concentrations maximales mesurées au Québec avec celles mesurées ailleurs. Afin de présenter une comparaison cohérente avec la situation qui prévaut au Québec, où les sources potentielles de contamination sont surtout diffuses, les concentrations maximales rapportées dans la littérature consultée, mesurées lors d'importantes contaminations issues notamment d'activités industrielles ou de sites d'entraînement pour le contrôle des incendies, ne sont pas incluses au tableau 8.

Tableau 8. Concentrations maximales de composés perfluorés rapportées dans l'eau potable dans différentes études

Endroit	Concentrations maximales (ng/l)						Référence
	PFOA	PFOS	PFHxA	PFHpA	PFNA	PFPeA	
Québec	6	3	30	3	4	48	Le présent rapport
Canada	4,86	4,99	3,49	0,96	0,47	2,24	Kaboré et collab. (2018)
	7,6	5,9	13	3,6	1,2	15	Kleywegt et collab. (2020)
États-Unis	100	43	17	10	96	74	Post et collab. (2013)
	22	97	na	na	na	na	Schaider et collab. (2014)
	104	36,9	60,8	177	38,6	514	Boone et collab. (2019)
	13,2	31,5	36,2	12,7	7,51	42,6	Li et collab. (2022)
Europe	9	16	21	11	11	31	Boiteux et collab. (2012)
	9,6	6,6	3,6	3,3	9,6	1,7	Domingo (2012)

³⁸ Santé Canada (2018b)

³⁹ Santé Canada (2018a)

⁴⁰ United States Environmental Protection Agency (2016)

	6,1	4,7	6,4	1,5	1,4	5,2	Gellrich et collab. (2013)
	83	100	43	25	nd	na	Wilhelm (2010)
	29	140	58	42	46	na	Schwanz et collab. (2015)
Asie	26,33	2,8	4,84	3,12	2,31	1,43	Li et collab. (2019)
	2,37	2,04	2,9	1,65	0,44	1,23	Endirlik (2019)
	48	3,7	na	na	na	na	Takagi et collab. (2011)
Afrique	1,89	3,85	0,53	0,66	0,35	0,76	Kaboré et collab. (2018)
	190	168	0,08	0,06	na	0,08	Essumang et collab. (2017)
Australie	9,66	15,6	5,53	2,54	na	3,98	Thompson et collab. (2011)
Eau embouteillée	9,5	3,7	na	1,4	na	na	Le Coadou et collab. (2016)
	12	11	11,8	25	12	na	Schwanz et collab. (2015)
	0,1	nd	0,21	nd	0,17	0,14	Endirlik (2019)
	3,7	6	nd	nd	3,3	7,8	Gellrich et collab. (2013)
	3,02	0,67	0,58	1,11	nd	1,13	Kaboré et collab. (2018)

na : non analysé

nd : non détecté

Selon les résultats obtenus (voir les sections 3.1 et 3.2), lorsque détectés, les composés perfluorés étaient présents à l'état de traces pour 95 % des 41 installations approvisionnées en eau de surface ou en eau souterraine qui ont été échantillonnées. Comme l'indique le tableau 8, les concentrations maximales mesurées au Québec sont comparables à ce qui est observé ailleurs dans le monde. En fait, les concentrations maximales mesurées des deux principaux composés perfluorés (PFOA et PFOS) sont généralement plus faibles que celles rapportées dans des études réalisées ailleurs au Canada, aux États-Unis, en Europe, en Asie, en Afrique et en Australie. Ces deux substances ont d'ailleurs été mesurées à des concentrations plus élevées dans de l'eau embouteillée. Par ailleurs, dans la littérature consultée, on rapporte des concentrations de composés perfluorés beaucoup plus élevées que celles présentées au tableau 8. Ces concentrations ont été mesurées notamment aux États-Unis⁴¹,⁴² et en Asie⁴³ lors d'importantes contaminations de sources d'approvisionnement en eau. Dans ce contexte, des concentrations allant jusqu'à près de 5 000 ng/l pour le PFOA et 2 000 ng/l pour le PFOS ont été observées.

Néanmoins, dans 5 % de l'ensemble des installations visitées entre 2016 et 2021, le PFHxA et le PFPeA ont été mesurés à des concentrations de quelques dizaines de nanogrammes par litre. Bien que les concentrations maximales mesurées soient inférieures aux valeurs recommandées par Santé Canada et aux critères proposés par l'EPA, elles indiquent une possible source de composés perfluorés dans les environs de ces approvisionnements en eau.

⁴¹ Bartell et collab. (2010)

⁴² Hu et collab. (2016)

⁴³ Liu (2021)

4. Discussion

Depuis le premier suivi des composés perfluorés effectué par le MELCC en 2007-2008⁴⁴, plusieurs avancées en ce qui concerne la réglementation de ces substances et l'évolution des connaissances ont été réalisées. Les suivis effectués à des installations de production d'eau potable entre 2016 et 2021 s'inscrivent dans la poursuite d'acquisition de connaissances par le MELCC à ce sujet.

À la lumière de ces résultats, l'exposition de la population québécoise aux composés perfluorés, lorsqu'elle boit l'eau du robinet, apparaît faible. D'ailleurs, Santé Canada mentionne dans ses documents techniques sur le PFOA⁴⁵ et le PFOS⁴⁶ que les Canadiens peuvent être exposés à ces substances par d'autres sources que l'eau potable, tels les aliments, les produits de consommation et la poussière présente dans l'air. En fait, les principales sources d'exposition aux composés perfluorés sont l'ingestion d'aliments qui ont été en contact avec ces substances et l'utilisation de produits de consommation qui en contiennent. Néanmoins, dans les situations particulières où l'approvisionnement en eau est contaminé par ces substances, l'eau potable peut représenter une source d'exposition non négligeable. Ceci pourrait être le cas lorsque les concentrations mesurées dépassent les valeurs proposées pour protéger la santé.

Ce sont ces cas de contamination qui doivent être évités compte tenu de la persistance de ces substances et de la difficulté de les retirer à l'aide des procédés de traitement conventionnels. Ainsi, au regard de ces substances, l'attention devrait être portée sur la protection des sources d'approvisionnement en eau. Mentionnons à cet effet que le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection exige des municipalités visées qu'elles produisent un rapport d'analyse de la vulnérabilité de leurs sources d'approvisionnement en eau. Dans le cadre de cette analyse, les municipalités doivent inventorier les activités humaines susceptibles d'affecter la qualité de l'eau prélevée. Parmi les activités humaines qui doivent être répertoriées, certaines peuvent être des sources de composés perfluorés⁴⁷, entre autres les ouvrages d'assainissement des eaux usées, les activités susceptibles de contaminer les eaux souterraines, la présence de lieux d'enfouissement et l'utilisation de mousses extinctrices.

Le présent rapport sur les composés perfluorés dans l'eau potable au Québec brosse un bon portrait de la situation. Somme toute, il reste encore des connaissances à acquérir sur ce groupe de composés. D'une part, ces substances font l'objet de réévaluations par certaines organisations, dont Santé Canada⁴⁸ et l'EPA⁴⁹, et les concentrations maximales acceptables pour l'eau potable pourraient être revues à la baisse. D'ailleurs, certains États américains proposent déjà des critères plus bas pour le PFOA et le PFOS dans l'eau potable⁵⁰. D'autre part, il existe d'autres composés perfluorés pour lesquels il n'y a pas de méthode d'analyse disponible ou suffisamment de connaissances sur leur toxicité pour permettre de proposer des concentrations maximales acceptables pour protéger la santé^{45 46}. En effet, à la suite des interdictions qui visent les composés perfluorés à longue chaîne, des substances de remplacement à courte chaîne ont été produites par l'industrie et celles-ci demeurent peu étudiées⁵¹. Généralement, ces substances à chaîne plus courte seraient moins bioaccumulables et persistantes⁵². Néanmoins, elles seraient plus mobiles dans l'eau, les rendant ainsi plus susceptibles de contaminer les ressources en eau de surface ou souterraine.

⁴⁴ Berryman, D., et collab. (2012)

⁴⁵ Santé Canada (2018b)

⁴⁶ Santé Canada (2018a)

⁴⁷ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018b)

⁴⁸ Gouvernement du Canada (2021)

⁴⁹ United States Environmental Protection Agency (2021)

⁵⁰ Post (2020)

⁵¹ Chohan et collab. (2021)

⁵² Dauchy (2019)

5. Conclusion

Parmi les composés perfluorés analysés par le CEAEQ, six ont été détectés plus fréquemment aux installations de production d'eau potable visitées entre 2016 et 2021. Les résultats obtenus durant cette période sont cohérents avec les hypothèses de départ et avec les résultats observés ailleurs dans le monde.

- Comme aucune industrie ne produit de composés perfluorés au Québec, ces substances, lorsqu'elles sont détectées, sont présentes en faibles concentrations dans l'eau des installations de production. Les concentrations maximales mesurées sont inférieures aux valeurs recommandées par Santé Canada ou aux critères provisoires proposés par l'EPA ;
- Comme les traitements conventionnels de l'eau potable sont inefficaces pour éliminer les composés perfluorés, les concentrations mesurées dans l'eau traitée sont essentiellement les mêmes que dans l'eau brute.
- Les concentrations des principaux composés perfluorés mesurés par le MELCC sont en diminution, vraisemblablement sous l'effet de la réglementation fédérale.
- Pour la grande majorité (95 %) des 41 installations visitées entre 2016 et 2021, les composés perfluorés détectés étaient présents à l'état de traces (à peine au-dessus de la limite de détection). Dans de rares situations, certaines de ces substances ont été mesurées à des concentrations de quelques dizaines de nanogrammes par litre (ng/l).

Une réflexion est en cours au MELCC concernant l'ajout de normes pour le PFOS et le PFOA au Règlement sur la qualité de l'eau potable⁵³. Avant qu'une recommandation canadienne soit proposée comme norme à la réglementation québécoise, une concertation est réalisée avec le ministère de la Santé et des Services sociaux et le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation. Ainsi, dans le cadre de l'élaboration des orientations d'un projet de modification réglementaire, des discussions avec nos partenaires gouvernementaux ont lieu pour tenir compte des coûts et des contraintes d'application afin de les mettre en perspective avec les bénéfices attendus pour la santé.

Entretemps, le concepteur d'une installation de production d'eau potable doit prendre en considération les concentrations de PFOS et de PFOA dans la source d'approvisionnement lors de la préparation de projets d'ajout ou de modification d'un procédé de traitement de l'eau potable qui requiert une autorisation du MELCC⁵⁴. Les recommandations canadiennes sont considérées comme des seuils à prendre en compte pour le traitement prévu dans l'installation de production.

Les résultats obtenus à ce jour par le MELCC ne peuvent être généralisés à l'ensemble des installations de production d'eau potable au Québec. Un effort a cependant été fait pour sélectionner des installations où l'on était susceptible de détecter ces substances compte tenu de la présence de sources potentielles de contamination à proximité des sources d'approvisionnement. Le MELCC prévoit poursuivre le suivi des composés perfluorés dans le cadre de son programme de surveillance de la qualité de l'eau potable. Une attention particulière sera accordée aux installations approvisionnées en eau souterraine. Par ailleurs, le développement de méthodes d'analyse pour de nouveaux composés perfluorés pourrait être envisagé. Ces substances seraient ensuite considérées lors de prochains suivis réalisés par le MELCC.

⁵³ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2020d)

⁵⁴ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2020a)

6. Références bibliographiques

- BARTELL, S.M., et COLLAB. (2010). « Rate of Decline in Serum PFOA Concentrations after Granular Activated Carbon Filtration at Two Public Water Systems in Ohio and West Virginia », *Environmental Health Perspectives*, vol. 118, n° 2, p. 222-228.
- BERRYMAN, D., et COLLAB. (2012). *Les composés perfluorés dans les cours d'eau et l'eau potable du Québec méridional*, [En ligne], Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, [https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/composes-perfluores/index.htm].
- BOITEUX, V., C. ROSIN et J. F. MUNOZ (2012). « National Screening Study on 10 Perfluorinated Compounds in Raw and Treated Tap Water in France » *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 63, n° 1, p. 1-12.
- BOONE, J. S., et COLLAB. (2019). « Per- and polyfluoroalkyl substances in source and treated drinking waters of the United States », *Science of the Total Environment*, vol. 653, p. 359-369.
- CHOHAN, A., et COLLAB. (2020). « Per and polyfluoroalkyl substances scientific literature review: water exposure, impact on human health, and implications for regulatory reform », *Reviews on Environmental Health*, vol. 36, n° 2, p. 235-259.
- CRONE, B. C., et COLLAB. (2019). « Occurrence of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Source Water and Their Treatment in Drinking Water », 2020. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 49, n° 24, p. 2359-2396.
- DAUCHY, X. (2019). « Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in drinking water: Current state of the science », *Environmental Science & Health*, vol. 7, p. 8-12.
- DOMINGO, J., et M. NADA (2012). « Human Exposure to Perfluorinated Compounds in Catalonia, Spain: Contribution of Drinking Water and Fish and Shellfish », *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 60, n° 17, p. 4408-4415.
- ENDIRLIK, B.U., et COLLAB. (2019). « Assessment of perfluoroalkyl substances levels in tap and bottled water samples from Turkey », *Chemosphere*, vol. 235, p. 1162-1171.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2006). *Rapport d'évaluation écologique préalable sur le sulfonate de perfluorooctane, ses sels et ses précurseurs*, [En ligne], [<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/publications/rapport-evaluation-ecologique-sulfonate.html>].
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (2017). *L'acide pentadécafluorooctanoïque, ses sels et ses précurseurs, et les acides perfluorocarboxyliques à longue chaîne, leurs sels et leurs précurseurs et le Règlement sur certaines substances toxiques interdites*, [En ligne], [<https://ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lan%20g=Fr&xml=3E603995-6012-4D22-993B-0ADEA222C2C4>].
- ESSUMANG, D. K., et COLLAB. (2017). « Perfluoroalkyl acids (PFAAs) in the Pra and Kakum River basins and associated tap water in Ghana », *Science of the Total Environment*, vol. 579, p. 729-735.
- GELLRICH, V., H. BRUNN et T. STAHL (2012). « Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in mineral water and tap water », *Journal of Environmental Science and Health*, vol. 48, n° 2, p. 129-135.

-
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2021). « La Gazette du Canada, Partie I, volume 155, numéro 17 : Avis du gouvernement, [En ligne], [<https://canadagazette.gc.ca/rp-pr/p1/2021/2021-04-24/html/notice-avis-fra.html#n15>].
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2012). *Règlement sur certaines substances toxiques interdites, à jour au 18 avril 2022*, [En ligne], ministère de la Justice, [<https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2012-285.pdf>].
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2008). *Règlement sur le sulfonate de perfluorooctane et ses sels et certains autres composés, C.P. 2008-974 2008-05-29, à jour au 18 avril 2022*, [En ligne], [<https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2008-178/20080529/P1TT3xt3.html>].
- HU, X.C., et COLLAB. (2016). « Detection of Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs) in U.S. Drinking Water Linked to Industrial Sites, Military Fire Training Areas, and Wastewater Treatment Plants », *Environmental Science & Technology*, vol. 3, p. 344-350.
- JIN, T., M. PEYDAYESHA et R. MEZZENGA (2021). « Membrane-based technologies for per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) removal from water: Removal mechanisms, applications, challenges and perspectives », *Environment International*, vol. 157.
- KABORÉ, H. A., et COLLAB. (2018). « Worldwide drinking water occurrence and levels of newly-identified perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances », *Science of the Total Environment*, vol. 616-617, p. 1089-1100.
- KLEYWEGT, S., M. RABY, S. MCGILL et P. HELM (2020). « The impact of risk management measures on the concentrations of per- and polyfluoroalkyl substances in source and treated drinking waters in Ontario, Canada », *Science of the Total Environment*, vol. 748, p. 141-195.
- LE COADOU, L., et COLLAB. (2017). « Quality survey of natural mineral water and spring water sold in France: Monitoring of hormones, pharmaceuticals, pesticides, perfluoroalkyl substances, phthalates, and alkylphenols at the ultra-trace level », *Science of the Total Environment*, vol. 603-604, p. 651-662.
- LIU, L., Y. QU, J. HUANG et R. WEBER (2021). « Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in Chinese drinking water: risk assessment and geographical distribution », *Environmental Sciences Europe*, vol. 33, article n° 6.
- LI, Y., et COLLAB. (2019). « Perfluoroalkyl acids in drinking water of China in 2017: Distribution characteristics, influencing factors and potential risks », *Environment International*, vol. 123, p. 87-95.
- LI, X., M. FATOWE, D. CUI et N. QUINETE (2022). « Assessment of per- and polyfluoroalkyl substances in Biscayne Bay surface waters and tap waters from South Florida », *Science of the Total Environment*, vol. 806, partie 1.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2020a). *Guide de conception des installations de production d'eau potable*, [En ligne], Québec, [www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/index.htm].
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2020b). *Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques du Québec*, [En ligne], Québec, [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rapport-eau/index.htm>].
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2020c). *Contaminants d'intérêt émergent, substances toxiques et état des communautés de poissons dans des cours d'eau du Québec méridional*, [En ligne]
-

[\[http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/contaminants-emergent-Quebec-meridional.pdf\]](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/contaminants-emergent-Quebec-meridional.pdf).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2020d). *Bilan de mise en œuvre du Règlement sur la qualité de l'eau potable 2013-2018*, [En ligne], Québec, [\[https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan-2013-2018.pdf\]](https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan-2013-2018.pdf).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2018a). *Contaminants d'intérêt émergent, substances toxiques et état des communautés de poissons dans des cours d'eau des Laurentides et de Lanaudière*, [En ligne], Québec, [\[https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/laurentides-lanaudiere/Contaminants-emergent.pdf\]](https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/laurentides-lanaudiere/Contaminants-emergent.pdf).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2018b). *Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec*, [En ligne], Québec, [\[https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/prelevements/guide-analyse-vulnerabilite-des-sources.pdf\]](https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/prelevements/guide-analyse-vulnerabilite-des-sources.pdf).

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2017). *Contaminants d'intérêt émergent, substances toxiques et état des communautés de poissons dans des cours d'eau de la Montérégie et de l'Estrie*, [En ligne], Québec, [\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/monteregie-estrie/contaminant-emergent.pdf\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/monteregie-estrie/contaminant-emergent.pdf).

PONTIUS, F. (2019). « Regulation of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonic Acid (PFOS) in Drinking Water: A Comprehensive Review », *Water*, vol. 11, n° 10.

POST, G. B. (2020). « Recent US State and Federal Drinking Water Guidelines for Per - and Polyfluoroalkyl Substances », *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 40, p. 550-563.

POST, G., J. B. LOUIS, R. L. LIPPINCOTT et N. A. PROCOPIO (2013). « Occurrence of Perfluorinated Compounds in Raw Water from New Jersey Public Drinking Water System », *Environmental Science & Technology*, vol. 47, p. 13266-13275.

REN, Z., U. BERGMANN et T. LEIVISKA (2021). « Reductive degradation of perfluorooctanoic acid in complex water matrices by using the UV/sulfite process », *Water Research*, vol. 205.

SANTÉ CANADA (2019). « Parlons d'eau – Substances perfluoroalkyliques dans l'eau potable », [En ligne], Canada, [\[https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine/valeurs-preliminaires-substances-perfluoroalkyliques-leau-potable.html\]](https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine/valeurs-preliminaires-substances-perfluoroalkyliques-leau-potable.html).

SANTÉ CANADA (2018a). *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique – Le sulfonate de perfluorooctane (SPFO)*, [En ligne], Canada, [\[https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy-canadians/publications/healthy-living-vie-saine/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-perfluorooctane-sulfonate/PFOS%202018-1130%20FRA.pdf\]](https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy-canadians/publications/healthy-living-vie-saine/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-perfluorooctane-sulfonate/PFOS%202018-1130%20FRA.pdf).

SANTÉ CANADA (2018b). *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique – L'acide perfluorooctanoïque (APFO)*, [En ligne], Canada, [\[https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-technical-document-perfluorooctanoic-acid/document/PFOA_2018-1130-fra.pdf\]](https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-technical-document-perfluorooctanoic-acid/document/PFOA_2018-1130-fra.pdf).

-
- SCHAIDER, L. A. et COLLAB. (2014). « Pharmaceuticals, perfluorosurfactants, and other organic wastewater compounds in public drinking water wells in a shallow sand and gravel aquifer », *Science of the Total Environment*, vol. 468-469, p. 384-393.
- SCHWANZ, T. G., M. LLORCA, F. MARINELLE et D. BARCELO (2016). « Perfluoroalkyl substances assessment in drinking waters from Brazil, France and Spain », *Science of the Total Environment*, vol. 539, p. 143-152.
- TAKAGI, S., et COLLAB. (2011). « Fate of Perfluorooctanesulfonate and perfluorooctanoate in drinking water treatment process », *Water Research*, vol. 45, p. 3925-3932.
- THOMPSON, J., G. EAGLESHAM et J. MUELLER (2011). « Concentrations of PFOS, PFOA and other perfluorinated alkyl acids in Australian drinking water », *Chemosphere*, vol. 83, n° 10, p. 1320-1325.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2021). *EPA Advances Science to Protect the Public from PFOA and PFOS in Drinking Water*, [En ligne], États-Unis, [<https://www.epa.gov/newsreleases/epa-advances-science-protect-public-pfoa-and-pfos-drinking-water>].
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2016). *Fact sheet PFOA & PFOS Drinking Water Health Advisories*, [En ligne], États-Unis, [https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-06/documents/drinkingwaterhealthadvisories_pfoa_pfos_updated_5.31.16.pdf].
- WILHELM, M., S. BERGMANN et H. H. DIETER (2010). « Occurrence of perfluorinated compounds (PFCs) in drinking water of North Rhine-Westphalia, Germany and new approach to assess drinking water contamination by shorter-chained C4-C7 PFCs », *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, vol. 213, n° 3, p. 224-232.



**Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques**

Québec 