An illustration featuring several silhouettes of people of various ethnicities and ages. One silhouette in the center is highlighted in a light orange color, while the others are in a dark blue color. They are arranged in a group, some facing left and some facing right.

Soutien à l'analyse des risques à la santé associés à la présence de PFAS dans l'eau potable de La Baie

ÉVALUATION

SEPTEMBRE 2023

RAPPORT D'ÉVALUATION RAPIDE DU RISQUE

AUTRICES ET AUTEUR

Marie-Hélène Bourgault, conseillère scientifique
Gabriela Ponce, conseillère scientifique
Mathieu Valcke, conseiller scientifique spécialisé
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

SOUS LA COORDINATION DE

Jean-Bernard Gamache, chef d'unité scientifique
Marie-Eve Levasseur, cheffe de secteur
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

COLLABORATION

Vicky Huppé, conseillère scientifique
Michelle Gagné, conseillère scientifique
Stéphane Perron, médecin spécialiste
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

RÉVISION

Geneviève Hamelin, conseillère scientifique spécialisée
Caroline Huot, médecin spécialiste
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Les réviseuses ont été conviées à apporter des commentaires sur la version préfinale de ce document et en conséquence, n'en ont pas révisé ni endossé le contenu final.

Les auteurs, collaborateurs et réviseuses ont dûment rempli leurs déclarations d'intérêts et aucune situation à risque de conflits d'intérêts réels, apparents ou potentiels n'a été relevée.

MISE EN PAGE

Aurélie Franco, agente administrative
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

Dépôt légal – 4^e trimestre 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-550-95979-3 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2023)

AVANT-PROPOS

Le présent document a été élaboré en réponse à une demande de soutien de la Direction de santé publique du Saguenay-Lac-Saint-Jean adressée à l'Institut national de santé publique du Québec en juillet 2023.

Il permet une appréciation des risques à la santé associés à la présence de substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) dans l'eau potable de l'arrondissement de La Baie de la Ville de Saguenay. Plus spécifiquement :

- 1) Il présente l'étendue des concentrations de PFAS auxquelles est possiblement exposée la population de La Baie.
- 2) Il applique le *Logigramme d'aide à la décision pour la présence des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) dans l'eau potable*, ci-après *Logigramme PFAS*, un outil développé par l'Institut national de santé publique du Québec. Ce dernier a été conçu pour soutenir les intervenants de santé publique dans l'identification des situations où il serait pertinent de mener une évaluation du risque plus approfondie en vue d'alimenter l'analyse d'éventuelles options de gestion du risque.
- 3) Grâce à une comparaison avec des valeurs toxicologiques de référence récentes, il permet une interprétation des risques à la santé à moyen-long terme (chronique) et à plus court terme (sous-chronique) liés aux concentrations de PFAS détectées.

Pour en savoir davantage sur les PFAS, une [page Web](#) de l'Institut national de santé publique du Québec contient des renseignements concernant ces substances, les sources d'exposition humaine, leurs effets sur la santé et certaines valeurs guides concernant les PFAS dans l'eau potable.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES	III
LISTE DES TABLEAUX EN ANNEXE.....	IV
GLOSSAIRE.....	V
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	VII
FAITS SAILLANTS	1
1 MISE EN CONTEXTE.....	2
2 ÉTENDUE ACTUELLE DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION SELON LES DONNÉES DISPONIBLES.....	3
2.1 Portrait des concentrations de PFAS mesurées dans l'eau potable de La Baie	3
2.2 Étendue des potentielles concentrations d'exposition	7
3 ÉVALUATION DES RISQUES À LA SANTÉ POUR LA POPULATION	8
3.1 Recours aux balises du Logigramme PFAS.....	8
3.1.1 Description générale du <i>Logigramme PFAS</i>	8
3.1.2 Application du <i>Logigramme PFAS</i> au cas de La Baie	9
3.2 Recours aux données toxicologiques disponibles pour les substances individuelles présentes à La Baie	10
3.2.1 Recension des valeurs toxicologiques de référence.....	10
3.2.2 Calcul des indices de risque	14
3.2.3 Comparaison avec des valeurs guides existantes pour l'eau potable	15
4 DISCUSSION	17
4.1 Incertitudes et limites	19
5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES	21
RÉFÉRENCES.....	22
ANNEXE 1 CONCENTRATIONS MESURÉES DES PFAS À LA BAIE (VILLE DE SAGUENAY)	27
ANNEXE 2 RECENSION DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE.....	29
ANNEXE 3 INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES.....	31

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

Tableau 1	Concentrations (en ng/L) de PFAS détectées au moins une fois à des concentrations supérieures (en gras) à la limite de détection dans l'eau potable de l'arrondissement de La Baie (Ville de Saguenay) entre le 16 novembre 2022 et le 10 juillet 2023.....	4
Tableau 2	Critères du <i>Logigramme PFAS</i> relatifs à l'exposition sous-chronique ou chronique.....	8
Tableau 3	Valeurs toxicologiques de référence avec seuil, soit les doses de référence (RfD), proposées pour le PFBA par différents organismes sanitaires reconnus.....	11
Tableau 4	Valeurs toxicologiques de référence avec seuil, soit les doses de référence (RfD), proposées pour le PFBS par différents organismes sanitaires reconnus.....	12
Tableau 5	Valeurs toxicologiques de référence avec seuil, soit les doses de référence (RfD), proposées pour le PFHxA par différents organismes sanitaires reconnus	13
Tableau 6	Indices de risque (IR) basé sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR) les plus faibles et les concentrations maximales mesurées dans l'eau potable des puits actifs.....	15
Tableau 7	Valeurs guides pour l'eau potable proposées par des organismes reconnus pour le PFBA, le PFBS, le PFHxA et le PFPeA et comparaison avec les concentrations maximales mesurées à La Baie dans l'eau potable (provenant des puits actifs).....	16
Figure 1	Concentrations des PFAS totales mesurées dans l'eau de quatre puits municipaux en opération à La Baie.....	5
Figure 2	Concentrations maximales des PFAS dans l'eau potable à La Baie dans chaque site de prélèvement.....	6

LISTE DES TABLEAUX EN ANNEXE

Tableau A1-1 Ensemble des concentrations (en ng/L) de différentes PFAS mesurées dans l'eau potable de l'arrondissement de La Baie de la Ville de Saguenay analysées par le CEAEQ et transmises à l'INSPQ par la DSPublique du Saguenay-Lac-Saint-Jean.	27
Tableau A2-1 Sources dites primaires de valeurs toxicologiques de référence (VTR)	29
Tableau A2-2 Sources dites secondaires de valeurs toxicologiques de référence (VTR)	30
Tableau A3-1 Indices de risque (IR) en utilisant les valeurs toxicologiques de référence (VTR) les plus protectrices et les concentrations maximales mesurées dans le puit S-76 (fermé en décembre 2022)	31
Tableau A3-2 PFOA équivalents des concentrations maximales mesurées dans les puits actifs à La Baie en utilisant les facteurs d'équivalence toxique proposés par le RIVM (48)	31

GLOSSAIRE

Dose de référence (Reference Dose en anglais ou RfD) : dose de contaminant à laquelle un individu peut être exposé par ingestion pendant une période d'exposition donnée sans risquer de subir des effets toxiques. Cette dose de référence est déterminée par le quotient entre le **point de départ** et le produit de tous les **facteurs d'incertitude** jugés appropriés. Les termes « dose journalière tolérable », « dose journalière admissible » ou « apport quotidien tolérable » sont des synonymes de dose de référence employés dans d'autres publications (dont celles de Santé Canada) (1). Elle correspond à la **valeur toxicologique de référence** pour les **effets avec seuil** pour une exposition par ingestion.

Eau brute : eau prélevée aux fins d'alimenter un système de distribution d'eau potable et qui n'a pas subi un traitement de potabilisation (2).

Eau distribuée : pour le besoin du présent document, la définition utilisée est celle qui décrit « l'eau destinée à la consommation par l'être humain ». En d'autres termes, cela réfère à de l'eau potable ou de l'eau destinée à l'hygiène personnelle (2).

Eau potable : eau destinée à être ingérée par l'être humain (2).

Effets avec seuil : un effet toxique qui se manifeste seulement à partir d'une certaine dose d'exposition (seuil) et qui n'est pas détecté significativement lors d'une exposition à des doses ou des concentrations inférieures à ce seuil. En général, la plupart des effets sur le développement, les effets non cancérigènes ainsi que les effets cancérigènes associés à des agents non génotoxiques (cancérogènes épigénétiques) sont considérés comme des effets avec seuil.

Exposition chronique : durée d'exposition à une substance toxique ou un contaminant pendant plusieurs années, généralement plus de 10 % de l'espérance de vie de l'espèce (ex. > 7 ans pour un humain dont la durée de la vie est fixée à 70 ans lors des évaluations du risque) (3).

Exposition sous-chronique : durée d'exposition à un contaminant allant de 30 jours à 10 % d'une vie (< 7 ans par défaut) (3).

Facteurs d'incertitude : facteurs de réduction appliqués au **point de départ (POD)** associé à un **effet avec seuil**. Ces facteurs permettent de considérer l'incertitude engendrée par l'extrapolation des données utilisées pour caractériser la relation dose-réponse, à des conditions différentes de celles dans lesquelles le POD a été obtenu. Ils permettent de tenir compte des incertitudes associées à la variabilité interindividuelle inhérente à une population, à la transposition des résultats expérimentaux obtenus chez l'animal à l'humain ainsi qu'à d'autres facteurs associés aux protocoles expérimentaux.

Groupe vulnérable : groupe d'individus qui présentent soit : 1) une réponse toxique accrue (sensibilité) à un contaminant donné; 2) une exposition plus importante que la moyenne à ce contaminant en raison, notamment, de l'âge, du genre ou d'habitudes de vie. En anglais, le terme *susceptible subgroup* est souvent employé pour désigner un groupe vulnérable.

Point de départ (*Point of Departure* en anglais ou **POD) :** dose ou concentration associée à un effet toxique présumé comme étant critique (le plus sensible tout en demeurant pertinent d'un point de vue toxicologique). Elle est obtenue à partir d'une relation dose-réponse déterminée lors d'une étude épidémiologique ou d'une étude réalisée chez les animaux de laboratoire (1).

Sensibilité : réponse toxique accrue observée chez un groupe de la population pour une même exposition à un contaminant. Cette différence peut être attribuable à des facteurs qui modulent la toxicocinétique ou la toxicodynamique de ce contaminant (ex. étapes liées au développement, au polymorphisme génétique, à la morbidité ou encore au statut nutritionnel).

Valeur guide sanitaire : concentration d'un contaminant chimique dans un milieu environnemental jugée adéquate au regard de la protection de la santé humaine. Cette concentration n'a aucune valeur légale. De plus, elle est déterminée sans que soient considérées les limites techniques et économiques associées à son application. Les valeurs guides sanitaires sont fondées sur des **valeurs toxicologiques de référence** (1).

Valeur guide : concentration d'un contaminant chimique dans un milieu environnemental établie par un organisme sanitaire ou réglementaire reconnu qui peut être basée uniquement sur des considérations sanitaires (soit une **valeur guide sanitaire**) ou une **valeur guide de gestion** (3).

Valeur guide de gestion : concentration d'un contaminant dans un milieu environnemental établie par un organisme sanitaire ou réglementaire qui n'est pas nécessairement basée sur des effets sanitaires. Ces valeurs considèrent des limites de faisabilité technique et économiques (ex. la limite de détection analytique, le système de traitement). Elles sont notamment utilisées quand les **valeurs guides sanitaires** ne peuvent pas être appliquées ou déterminées.

Valeur toxicologique de référence : valeur reflétant le potentiel toxique des contaminants pour la santé humaine. Elle est fondée soit sur un **effet toxique avec seuil**, soit sur un **effet toxique sans seuil**. S'il s'agit d'effets avec seuil, la valeur toxicologique de référence correspond à la dose ou concentration de référence. En revanche, s'il s'agit d'effets sans seuil, la valeur correspond au risque unitaire (1).

Système de distribution : une canalisation, un ensemble de canalisation ou toute installation ou tout équipement servant à capter ou stocker ou à distribuer de l'eau destinée à la consommation humaine, aussi appelé « système d'aqueduc ». Le système de distribution comprend les installations ou les équipements servant au traitement. Est cependant exclue, dans le cas d'un bâtiment raccordé à un système d'aqueduc, toute canalisation équipant ce bâtiment et qui est située à l'intérieur de la limite de propriété (2).

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
CEAEQ	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
DSPublique	Direction de santé publique
HA	<i>Health advisories</i>
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
IR	Indice de risque
IRIS	<i>Integrated Risk Information System</i>
LD	Limite de détection
MDH	Minnesota Department of Health
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
PFAS	Substances per- et polyfluoroalkylées
PFBA	Acide perfluoro-n-butanoïque
PFBS	Perfluoro-n-butane sulfonate
PFHpA	Acide perfluoro-n-heptanoïque
PFHxA	Acide perfluoro-n-hexanoïque
PFHxS	Perfluorohexanesulfonate
PFOA	Acide perfluorooctanoïque
PFOS	Perfluorooctane sulfonate
PFPeA	Acide perfluoro-n-pentanoïque
PFPrS	Perfluoro-1-propane sulfonate
RCC	Ratio de risque combiné

TCEQ	Texas Commission on Environmental Quality
U.S. EPA	United States Environmental Protection Agency
VTR	Valeur toxicologique de référence
4:2 FTS	1H,1H,2H,2H-perfluorohexane sulfonate

FAITS SAILLANTS

- Depuis 2022, des concentrations variables de substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) totales ont été mesurées dans l'eau potable du réseau de distribution de La Baie, un arrondissement de la ville de Saguenay, atteignant des niveaux élevés dans deux des quatre puits municipaux ainsi que pour deux échantillons d'eau distribuée par aqueduc.
- Les PFAS majoritairement retrouvées dans l'eau testée sont le PFBA, le PFHxA et le PFPeA.
- Considérant que l'apport de chaque puits à l'eau potable dans le système de distribution varie selon l'intensité et le lieu de la demande des usagers, les données disponibles ne permettent pas de caractériser l'exposition réelle de la population.
- Malgré cette limite et par prudence, une concentration maximale de 205 nanogrammes par litre de PFAS totales, mesurée à La Baie, a été appliquée à l'outil d'aide à la décision *Logigramme PFAS* de l'Institut national de santé publique du Québec. Cette concentration dépasse les critères du logigramme applicables à l'exposition chronique de 30 nanogrammes par litre et sous-chronique de 100 nanogrammes par litre.
- Un tel dépassement représente une surexposition potentielle. En effet, c'est une exposition par l'eau potable nettement plus élevée qu'attendue lorsque comparée à l'exposition totale de la population aux PFAS en général. Pour le PFBA, le PFBS, le PFHxA et le PFPeA, c'est même la principale source d'exposition.
- Cette surexposition combinée aux incertitudes spécifiques applicables au cas étudié soutiennent les efforts de réduction par l'eau potable de l'exposition orientés vers une perspective d'amélioration continue.
- Entre temps, il apparaît hautement improbable que des effets néfastes à la santé découlent de cette surexposition aux PFAS retrouvées à La Baie selon les données actuelles. En effet, même s'il y a dépassement des balises applicables pour l'exposition aux PFAS totales, les expositions potentielles aux PFAS spécifiques retrouvées à La Baie sont nettement inférieures à leurs valeurs toxicologiques de référence.

1 MISE EN CONTEXTE

Depuis plusieurs décennies, une famille de composés organiques fluorés, soit les perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (ou PFAS), est abondamment utilisée dans un large éventail d'applications d'usage commercial et industriel. En effet, ces substances, entièrement synthétiques, sont à la fois miscibles dans l'eau et dans les graisses, ce qui permet de les incorporer à une multitude de biens et produits de consommation. Parmi les plus connues se trouvent notamment des produits antitaches, imperméables, antiadhésifs ou encore des peintures, des pesticides, des mousses extinctrices d'incendie ou des produits de soins personnels. Leur omniprésence, leur très grande persistance et la mobilité de leurs rejets dans l'environnement font en sorte que l'ensemble de la population est exposé aux PFAS (ex. par l'eau potable, les aliments, les sols et les produits de consommation).

Or, étant donné qu'il existe des milliers de ces substances – dont plusieurs font l'objet d'usages récents –, que leurs propriétés toxicologiques ne sont élucidées que pour une petite fraction d'entre elles et que la population est exposée à des mélanges de compositions variables, la gestion des risques associée aux PFAS s'avère très complexe. Qui plus est, au Québec, aucune norme n'est actuellement établie pour limiter la présence de PFAS dans l'eau potable et un nombre grandissant de valeurs guides sanitaires ou de gestion est proposé par des organismes reconnus. En réponse notamment à cette complexité, de plus en plus de ces organismes recommandent que l'exposition aux PFAS soit réduite à des niveaux le plus bas qu'il soit possible d'atteindre (principe ALARA; *as low as reasonably achievable*). Dans ce contexte, le processus d'identification de situations d'exposition pour lesquelles il est pertinent de structurer et de communiquer les actions de santé publique peut rapidement devenir un défi important pour les intervenants.

La présente évaluation du risque vise à offrir un soutien scientifique à la Direction de santé publique (DSPublique) du Saguenay-Lac-Saint-Jean dans leur analyse de risque (qui comprend l'évaluation et la gestion des risques) associée à la présence de plusieurs PFAS dans l'eau brute et l'eau distribuée de l'arrondissement de La Baie à Saguenay. Cette évaluation s'appuie sur l'outil intitulé *Logigramme d'aide à la décision pour la présence des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS)¹ dans l'eau potable (4)*, ci-après nommé *Logigramme PFAS*. Cet outil prévoit le recours à des balises relatives aux expositions sous-chroniques et chroniques ainsi qu'à une évaluation du risque plus approfondie en cas de dépassements de ces balises (section 3). En amont de l'application du *Logigramme PFAS*, la section suivante présente d'abord l'étendue actuelle des concentrations de PFAS auxquelles la population pourrait être exposée.

¹ Ci-après nommé dans le texte *Logigramme PFAS*. Le *Logigramme PFAS* est un document de soutien qui sera publié prochainement. Il s'adresse aux intervenants de santé publique et aux autres parties prenantes impliquées dans la gestion des problématiques de contamination chimique de l'eau. Une copie du *Logigramme PFAS*, soit la version de travail la plus récente disponible, a été fournie à la DSPublique du Saguenay-Lac-Saint-Jean en complément de la présente réponse.

2 ÉTENDUE ACTUELLE DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION SELON LES DONNÉES DISPONIBLES

2.1 Portrait des concentrations de PFAS mesurées dans l'eau potable de La Baie

Les données utilisées dans le cadre de cette réponse ont été fournies à l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) par la DSPublique du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Selon les renseignements reçus, les échantillons datés du 16 novembre 2022 et du 21 février 2023 ont été prélevés par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), alors que les échantillons datés du 10 juillet 2023 ont été prélevés par la Ville de Saguenay. Pour l'ensemble, les analyses de laboratoire ont été effectuées par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) du MELCCFP.

Selon des discussions tenues avec le MELCCFP et la DSPublique, le **système de distribution**² de La Baie est actuellement alimenté en **eau brute** par quatre puits, soit les puits S-71, S-72, S-73 et S-75. L'apport de chacun de ces puits à l'**eau distribuée** pour la consommation varie en fonction de la demande des usagers et de l'emplacement des bâtiments desservis dans le système de distribution. Puisque l'eau provenant de ces puits ne subit aucun traitement avant d'être distribuée, l'eau brute, tout comme l'eau distribuée, est considérée comme étant de l'**eau potable**.

Selon les informations obtenues, d'autres puits font partie du réseau de La Baie, dont les puits S-70 et S-76. Toutefois, le premier est à l'arrêt depuis 2018 et le second, considéré comme un puits d'urgence, a été fermé en décembre 2022 (5). Ainsi, comme ils n'alimentent plus la population en eau, les concentrations de PFAS mesurées dans les puits S-70 et S-76 ne sont pas utilisées pour décrire l'étendue actuelle des concentrations d'exposition de la population. L'impact de ce choix sur l'évaluation des risques effectuée sera abordé dans la discussion.

Le tableau 1 ci-dessous (p. 4) présente les concentrations de PFAS mesurées dans l'eau des puits et dans l'eau distribuée de l'arrondissement de La Baie (Ville de Saguenay) pour les huit substances dont la concentration mesurée était supérieure à la limite de détection dans au moins un des 18 échantillons prélevés. Ces substances sont le PFBS, le PFHxS, le PFBA, le PFPeA, le PFHxA, le PFHpA, le 4:2 FTS et le PFPrS. L'annexe 1 présente les résultats des concentrations de toutes les PFAS³ analysées dans l'eau potable de l'arrondissement de La Baie.

² Les termes soulignés dans le texte sont définis dans le glossaire présenté à la page VII, au début du présent document.

³ Une liste d'acronymes des diverses PFAS concernées dans ce document ainsi que d'autres sigles sont aussi présentés à la page IX.

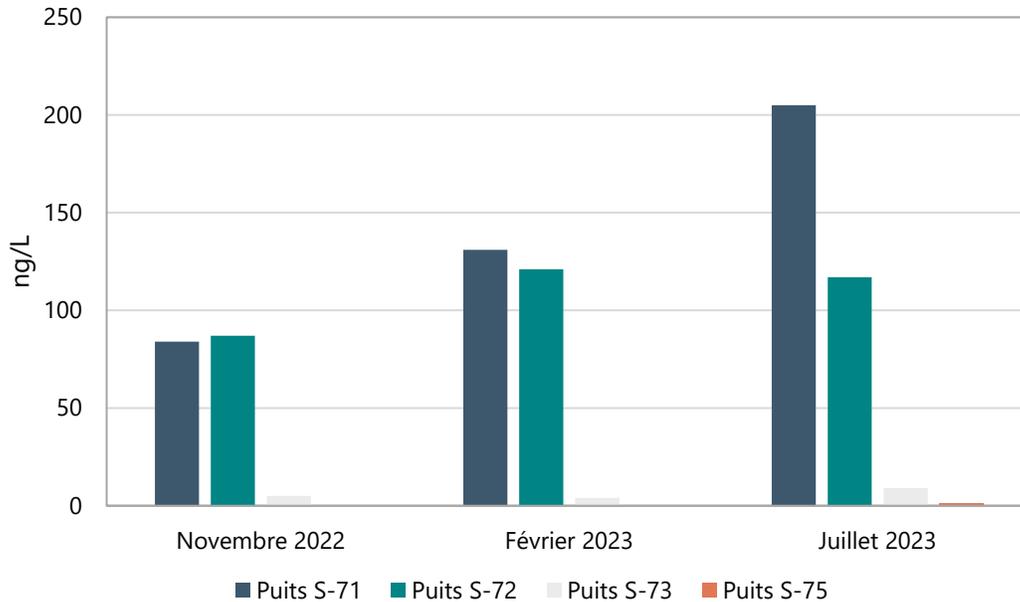
Tableau 1 Concentrations (en ng/L) de PFAS détectées au moins une fois à des concentrations supérieures (en gras) à la limite de détection dans l'eau potable de l'arrondissement de La Baie (Ville de Saguenay) entre le 16 novembre 2022 et le 10 juillet 2023

Site d'échantillonnage	Type d'échantillon	Date prélèvement	PFAS totales ^(A)	PFBS	PFHxS	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	4:2 FTS	PFPIs
Puits S-71	Eau brute	2022-11-16	84	3	< 1	12	49	20	< 1	< 1	-
Puits S-72	Eau brute	2022-11-16	87	< 1	< 1	21	55	11	< 1	< 1	-
Puits S-73	Eau brute	2022-11-16	5	< 1	< 1	< 5	5	< 1	< 1	< 1	-
Puits S-75	Eau brute	2022-11-16	0	< 1	< 1	< 5	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Puits S-71	Eau brute	2023-02-21	131	6	< 1	20	59	45	< 1	1	-
Puits S-72	Eau brute	2023-02-21	121	1	< 1	26	71	23	< 1	< 1	-
Puits S-73	Eau brute	2023-02-21	4	< 1	< 1	< 5	4	< 1	< 1	< 1	-
Puits S-75	Eau brute	2023-02-21	0	< 1	< 1	< 5	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Réservoir Port-Alfred	Eau distribuée	2023-02-21	96	4	< 1	18	49	25	< 1	< 1	-
Poste de police	Eau distribuée	2023-02-21	100	5	< 1	16	51	27	< 1	1	-
Hôtel de ville	Eau distribuée	2023-02-21	40	2	< 1	8	21	9	< 1	< 1	-
Puits S-71	Eau brute	2023-07-10	205	9	< 1	30	97	59	1	2	7
Puits S-72	Eau brute	2023-07-10	117	2	< 1	28	65	17	< 1	< 1	5
Puits S-73	Eau brute	2023-07-10	9	< 1	< 1	< 5	6	3	< 1	< 1	< 1
Puits S-75	Eau brute	2023-07-10	1	< 1	< 1	< 5	1	< 1	< 1	< 1	< 1
Centre des sports	Eau distribuée	2023-07-10	7	< 1	< 1	< 5	5	2	< 1	< 1	< 1
Réservoir Bagot	Eau distribuée	2023-07-10	8	< 1	2	< 5	4	2	< 1	< 1	< 1
Hôtel de ville	Eau distribuée	2023-07-10	11	< 1	< 1	< 5	8	3	< 1	< 1	< 1

^A Sommation des concentrations mesurées pour l'ensemble des substances individuelles, tel que rapporté par le CEAEQ. Ce dernier consigne le résultat de la somme de PFAS totales avec un zéro lorsque chacune des mesures en PFAS individuelle est sous la limite de détection.

Un échantillon d'eau de chaque puits (S-71, S-72, S-73 et S-75) a été prélevé dans la dernière année à trois périodes différentes (novembre 2022, février 2023 et juillet 2023, pour un total de 12 échantillons). La somme de PFAS dans l'eau provenant des puits S-71 et S-72 étaient les plus élevées. Les concentrations d'un même puit variaient selon le moment de l'échantillonnage. Par exemple, au puits S-71, la concentration mesurée en PFAS totales était de 84 ng/L en novembre 2022 alors qu'elle était de 205 ng/L en juillet 2023. Au puits S-72, la concentration mesurée en PFAS totales était de 87 ng/L en novembre 2022 alors qu'elle était de 121 ng/L en février 2023 (voir figure 1 p. 5). En revanche, en ce qui concerne les deux autres puits, soit S-73 et S-75, la somme des concentrations de PFAS détectées était plus faible et moins variable. Concernant le puits S-73, les concentrations aux trois périodes d'échantillonnage varient entre 4 et 9 ng/L. Un seul résultat égal à la limite de détection de 1 ng/L a été obtenu pour le puits S-75 en juillet 2023.

Figure 1 Concentrations des PFAS totales mesurées dans l'eau de quatre puits municipaux en opération à La Baie



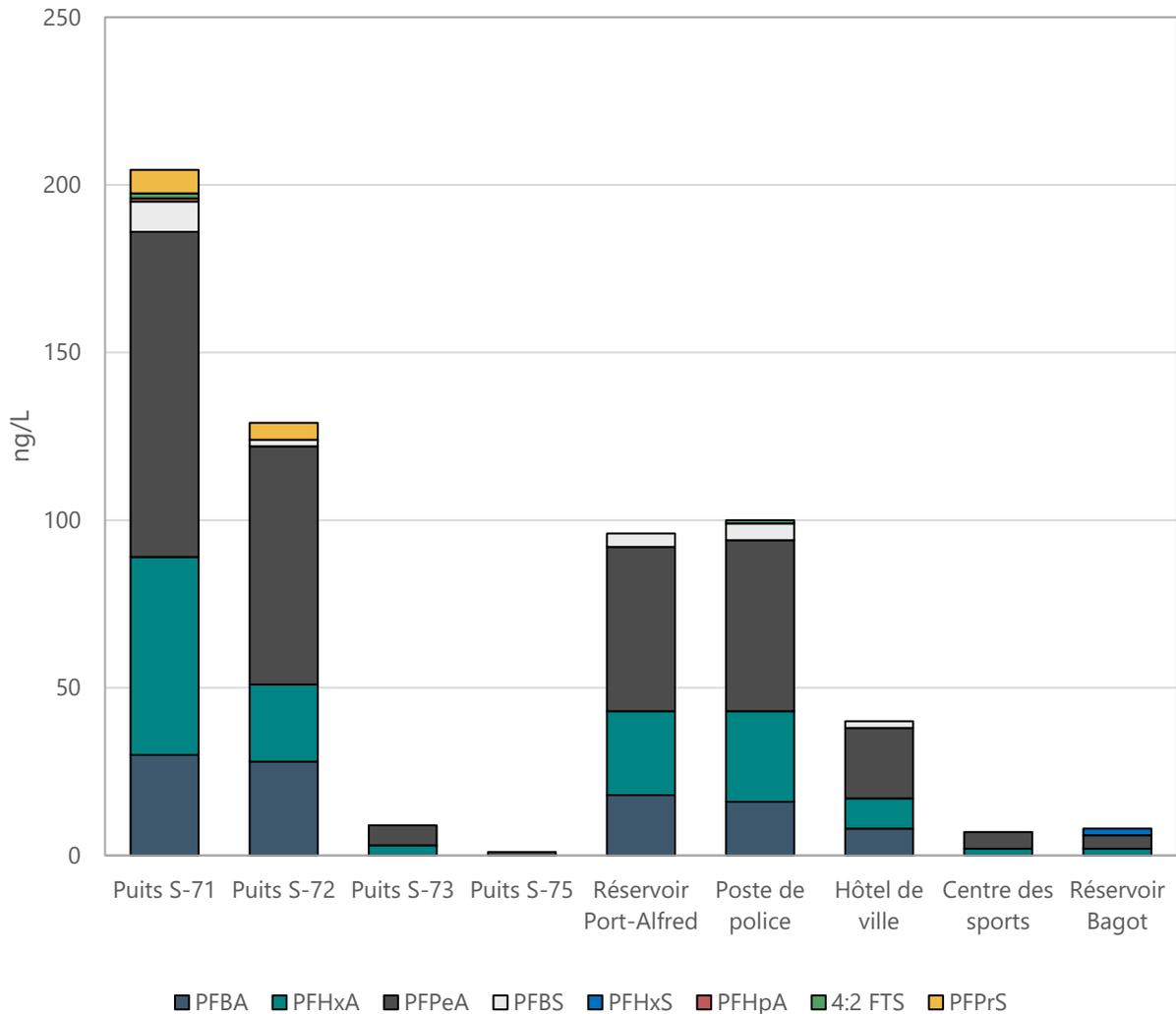
En ce qui concerne l'eau distribuée, cinq emplacements distincts ont été échantillonnés en 2023 seulement : l'hôtel de ville (n = 2), le centre des sports (n = 1), le poste de police (n=1), le réservoir Port-Alfred (n = 1) et le réservoir Bagot (n = 1). Les concentrations de PFAS totales mesurées en ces endroits variaient entre 7 et 100 ng/L. Les concentrations les plus élevées provenaient du réservoir Port-Alfred et du poste de police avec 96 et 100 ng/L, respectivement.

Les substances détectées plus fréquemment sont le PFPeA et le PFHxA (présents dans 13 et 11 échantillons respectivement), suivi du PFBA et du PFBS présents dans sept échantillons chacun. Les substances avec les concentrations les plus importantes, et ce, dans tous les sites de prélèvement, sont le PFBA, le PFPeA et le PFHxA (voir figure 2 p. 6). Ces trois substances représentent en moyenne 95 % de la somme des PFAS rapportées. Les concentrations plus élevées proviennent de l'échantillon du puits S-71 prélevé en juillet 2023 avec 30 ng/L pour le PFBA, 59 ng/L pour le PFHxA et 97 ng/L pour le PFPeA. En ce qui concerne le PFBS, sa concentration maximale est de 9 ng/L (également obtenue dans l'eau du puits S-71 en juillet 2023).

Les quatre autres PFAS ont été détectées entre une et trois fois : le PFHxS avec un seul échantillon à 2 ng/L (au réservoir Bagot); le PFHpA avec un seul échantillon à 1 ng/L (puits S-71); le 4:2 FTS avec trois échantillons (puits S-71 et le poste de police) et une concentration maximale de 2 ng/L; le PFPrS avec deux échantillons avec des concentrations entre 5 et 7 ng/L (puits S-71 et S-72)⁴.

⁴ Il est à noter que le PFPrS a seulement été mesuré à partir de juillet 2023.

Figure 2 Concentrations maximales des PFAS dans l'eau potable à La Baie dans chaque site de prélèvement



À noter que 18 substances étaient analysées par le CEAEQ lors des échantillonnages de novembre 2022 et février 2023 alors que pour les échantillons prélevés en juillet 2023, une nouvelle méthode analytique permettait l'analyse de 35 substances. Ce changement semble avoir eu très peu d'impact sur les concentrations totales de PFAS mesurées à La Baie. En effet, une seule substance additionnelle, le PFPrS, a été détectée en juillet 2023 dans deux échantillons.

2.2 Étendue des potentielles concentrations d'exposition

L'ensemble des données du tableau 1 (p. 4) ont été prises en considération pour évaluer l'étendue actuelle des concentrations dans l'eau potable auxquelles est potentiellement exposée la population. En effet, puisque ce système de distribution n'inclut aucun traitement, les PFAS mesurées dans l'eau brute provenant des puits peuvent vraisemblablement se retrouver ensuite dans l'eau distribuée. Aussi, la population concernée est susceptible d'être exposée à une large étendue de concentrations de PFAS, selon l'emplacement de leur résidence dans le système de distribution et le moment où l'eau est consommée. Avec les données et les informations disponibles, il n'est donc pas possible d'estimer l'exposition réelle de la population aux PFAS présentes dans l'eau potable issue de ces puits. En dépit de cette limite et par prudence, ce sont les concentrations maximales mesurées qui ont été utilisées dans les deux approches présentées ci-dessous pour apprécier les risques. Ainsi, il est présumé que la population est potentiellement exposée à des concentrations de PFAS totales allant jusqu'à 205 ng/L. Les concentrations maximales pour la somme de PFAS et pour toutes les substances individuelles correspondent à celles de l'échantillon du puits S-71 prélevé en juillet 2023, sauf pour le PFHxS où l'unique concentration mesurée dans le réservoir Bagot a été retenue comme étant la plus élevée.

3 ÉVALUATION DES RISQUES À LA SANTÉ POUR LA POPULATION

Les concentrations potentielles d'exposition aux PFAS totales ont d'abord été comparées aux balises définies dans le *Logigramme PFAS* (4), un outil élaboré par l'INSPQ applicable lors de la prise en charge initiale de situations de contaminations de l'eau potable par des PFAS (voir section 3.1). Ensuite, à la lumière du dépassement de certaines balises définies dans cet outil, une évaluation plus approfondie des risques aux substances spécifiques retrouvées à La Baie a été réalisée (voir section 3.2). Cette analyse s'appuie sur : 1) la recension de **valeurs toxicologiques de référence** (VTR) spécifiquement pertinentes à la situation; 2) le calcul d'indices de risque associés à l'exposition de la population à certaines de ces PFAS; 3) la comparaison des concentrations maximales avec des valeurs guides pour l'eau potable existantes.

3.1 Recours aux balises du Logigramme PFAS

3.1.1 Description générale du *Logigramme PFAS*

Le *Logigramme PFAS* (4) a été conçu pour identifier rapidement des situations où il est souhaitable de structurer des actions de santé publique au regard de la présence de PFAS dans l'eau potable. À cet égard, il propose – pour quelques PFAS individuelles et pour la somme des PFAS – des critères génériques à la fois pour des **expositions chroniques** et **sous-chroniques** (tableau 2). Ces critères sont soit des **valeurs guides de gestion** qui s'appliquent à la somme des PFAS totales proposées par des organismes sanitaires reconnus (6,7), soit des valeurs guides pour des substances individuelles (en l'occurrence des **valeurs guides sanitaires** dérivées par l'INSPQ ou encore d'autres valeurs guides de gestion proposées par des organismes sanitaires reconnus).

Tableau 2 Critères du *Logigramme PFAS* relatifs à l'exposition sous-chronique ou chronique

Critères pour les considérations sous-chroniques	Critères pour les considérations chroniques
$[PFAS_{\text{totales}}] < 100 \text{ ng/L}$ ou $[PFHxS] < 28 \text{ ng/L}$ ou $RRC^A = \frac{[PFOS]}{11 \text{ ng/L}} + \frac{[PFOA]}{17 \text{ ng/L}} + \frac{[PFNA]}{17 \text{ ng/L}} < 1$	$[PFAS_{\text{totales}}] < 30 \text{ ng/L}$ ou $[PFOS] < 4 \text{ ng/L}$ ou $[PFOA] < 4 \text{ ng/L}$ ou $[PFHxS] < 11 \text{ ng/L}$ ou $[PFNA] < 6 \text{ ng/L}$

^A RCC : Ratio de risque combiné.

3.1.2 Application du *Logigramme PFAS* au cas de La Baie

En ce qui concerne les substances individuelles faisant l'objet de critères dans le *Logigramme PFAS*, seul le PFHxS a été mesuré, dans un seul échantillon avec une concentration de 2 ng/L. Cette concentration est inférieure aux critères sous-chronique (28 ng/L) et chronique (11 ng/L) (tableau 2). Les trois autres substances faisant l'objet de critères dans ce tableau, soit le PFOA, le PFOS et le PFNA, étaient toujours sous la limite de détection. Cependant, la valeur retenue de 205 ng/L en PFAS totales, qui est la concentration maximale totale à laquelle la population est potentiellement exposée, dépasse à la fois le critère chronique de 30 ng/L et le critère sous-chronique de 100 ng/L pour la somme des PFAS. Un total de neuf échantillons (sur 18 au total) présente des concentrations supérieures ou égales à 30 ng/L, dont cinq sont supérieures ou égales à 100 ng/L.

L'objectif derrière les critères pour la somme de PFAS est de fournir une balise qui prend en considération la présence des mélanges ainsi que des PFAS émergentes pour lesquelles aucune VTR de confiance n'est actuellement disponible. Aussi, selon une analyse préliminaire⁵, l'exposition découlant de la consommation d'une eau potable avec 30 ng/L de PFAS totales (soit le critère chronique) correspond à entre 12 et 22 % de l'exposition en PFAS totales par rapport à l'apport alimentaire moyen alors qu'avec une concentration de 100 ng/L (soit le critère sous-chronique), cette proportion passe à entre 41 et 73 %. En comparaison, en utilisant le 95^e centile (13 ng/L) des concentrations en PFAS totales de tous les échantillons mesurés au Québec par Munoz *et al.* (9)⁶, la contribution de l'eau représenterait entre 5 et 9 % de celle résultant de l'alimentation. Or, le 95^e centile d'une distribution d'une variable d'exposition est un indicateur statistique qui est souvent considéré comme témoignant d'une surexposition (9–11). Les dépassements à La Baie des critères du *Logigramme PFAS* indiqueraient donc bel et bien une surexposition par rapport à ce qui est normalement attendu dans la population générale.

Selon le *Logigramme PFAS*, l'évaluation du risque devrait être raffinée sans tarder lorsqu'il y a un dépassement d'un des critères sous-chroniques, ceci afin d'entamer rapidement le processus menant vers l'analyse des options de gestion du risque sous-chroniques jugées appropriées⁷. Un délai d'un an est prévu pour l'analyse et la mise en œuvre, le cas échéant, de ces options afin d'idéalement réduire à plus court terme l'exposition de la population concernée aux PFAS par l'eau potable. La démarche devrait notamment inclure un questionnement sur la pertinence de cibler prioritairement les femmes enceintes et les nourrissons, en particulier si les critères pour les PFAS individuelles ne sont pas respectés ou si l'évaluation approfondie des risques en fait ressortir l'importance. Toujours selon le *Logigramme PFAS*, l'évaluation du risque devrait être

⁵ En se basant sur les taux de consommation d'eau potable pour les divers groupes d'âge, adultes ou non, édictés dans la *Méthodologique VGS* (1) et en utilisant comme comparaison la moyenne des bornes supérieures et inférieures de l'exposition alimentaire moyenne propre à des groupes d'âge similaires, estimée par l'EFSA (European Food Safety Authority) (8).

⁶ Le 95^e centile de l'étude de Munoz *et al.* (9) a été obtenue en utilisant les 463 échantillons provenant de 376 municipalités au Québec, dont des emplacements susceptibles de contenir des concentrations élevées.

⁷ Soit le processus prévu au *Cadre de référence* qui comprend la caractérisation du niveau de risque, de même que l'analyse de l'acceptabilité du risque en amont de l'analyse des options de gestion.

approfondie lorsqu'un ou plusieurs critères d'exposition chronique ne sont pas respectés, ceci afin de soutenir le processus menant vers l'analyse des options de gestion du risque chronique jugées pertinentes par les autorités responsables. Dans ce cas, la gestion pourrait faire appel à des interventions de nature plus durable, mais établies sur un échéancier plus long. Cette étape implique généralement une concertation avec les parties prenantes impliquées et impactées par la décision à prendre⁸.

Étant donné que les valeurs guides de gestion pour la somme des PFAS ne sont pas basées sur les risques sanitaires, leur dépassement – comme c'est le cas à La Baie – n'implique pas nécessairement une situation de risque avéré ou appréhendé pour la santé pour la population. Ainsi, en accord à l'application du *Logigramme PFAS*, la prochaine section propose une recension des VTR disponibles pour les composés spécifiques fréquemment et majoritairement retrouvés dans le mélange de PFAS présentes dans l'eau potable de La Baie.

3.2 Recours aux données toxicologiques disponibles pour les substances individuelles présentes à La Baie

Les sous-sections suivantes présentent brièvement l'évaluation du risque approfondie pour les substances détectées fréquemment et en plus grande proportion dans l'eau potable de La Baie, soit le PFBA, PFBS, PFHxA et le PFPeA.

3.2.1 Recension des valeurs toxicologiques de référence

La United States Environmental Protection Agency (U. S. EPA) a classé le PFBA, le PFBS et le PFHxA dans la catégorie présentant des données ne permettant pas de juger du potentiel cancérigène (*inadequate information to assess carcinogenic potential*) (13–15). Pour ce qui est du PFPeA, la U.S. EPA n'a pas évalué son potentiel cancérigène. Puisque seulement des études pour des effets non cancérigènes semblent être disponibles pour ces substances, une compilation des VTR chroniques et sous-chroniques avec **seuil de dose** par voie d'ingestion⁹ dérivées par des organismes sanitaires reconnus a été réalisée. La méthode suivie est décrite dans le document *Méthodologie de recherche et de sélection de valeurs toxicologiques de référence publiées par les organismes reconnus* (18) de l'Équipe scientifique sur les risques toxicologiques et radiologiques de l'INSPQ, résumé en annexe 2¹⁰.

⁸ L'ouvrage [La gestion des risques en santé publique : cadre de référence](#) (12) est disponible afin de soutenir l'analyse des options de gestion du risque.

⁹ Pour la plupart des PFAS, les données actuelles indiquent que l'absorption par le contact cutané et par inhalation par l'entremise de l'eau potable est faible par rapport à l'absorption par ingestion (16,17). L'ingestion est donc la seule voie considérée pour estimer l'exposition aux PFAS par l'eau potable.

¹⁰ Une copie complète est disponible sur demande.

PFBA

Le PFBA est un acide perfluorocarboxylique (PFCA) à courte chaîne avec quatre carbones dans sa structure (19). Cette substance est un produit de dégradation d'autres PFAS ainsi qu'un substitut d'autres PFCA à chaîne plus longue (comme le PFOA) (13). Cette substance présente une demi-vie de l'ordre de quelques jours chez l'humain (19,20). La plus récente évaluation IRIS (Integrated Risk Information System) de la U.S. EPA (13) publiée en 2022 ne rapporte aucune étude ayant étudié des effets cancérigènes pour cette substance. De plus, toutes les études n'ont porté que sur la voie orale.

Quatre organismes ont proposé des VTR avec seuil de dose pour le PFBA. Les études clés chez des rongeurs à la base des VTR chroniques et sous-chroniques recensées ont mis en lumière des effets hépatiques, endocriniens, cardiovasculaires ainsi que sur le développement. Les VTR varient entre 1×10^{-3} et $2,4 \times 10^{-2}$ mg/kg/jour.

Tableau 3 Valeurs toxicologiques de référence avec seuil, soit les doses de référence (RfD), proposées pour le PFBA par différents organismes sanitaires reconnus

Organismes (période d'exposition)	RfD (mg/kg/jour)	Étude clé	Espèce	Effet critique rapporté (type d'effet)	Facteur d'incertitude total
Anses, 2017 (21) (chronique) ^A	$2,4 \times 10^{-2}$	Butenhoff <i>et al.</i> , 2012 (22)	Rat	Hypertrophie hépatocellulaire (hépatique)	75
MDH, 2018 (23) (chronique et sous-chronique)	$2,9 \times 10^{-3}$	NOTOX, 2007 (24)	Rat	Hypertrophie hépatocellulaire (hépatique), diminution de la T4 totale (endocrinien), diminution des globules rouges, de l'hématocrite et de l'hémoglobine (cardiovasculaire)	300
TCEQ, 2023 (25) (chronique)	1×10^{-3}	Butenhoff <i>et al.</i> , 2012 (22)	Rat	Hypertrophie hépatocellulaire (hépatique) et diminution de la T4 totale (endocrinien)	1 000
U.S. EPA IRIS, 2022 (13) (chronique)	1×10^{-3}	Butenhoff <i>et al.</i> , 2012 (22)	Rat	Hypertrophie hépatocellulaire (hépatique) et diminution de la T4 totale (endocrinien)	1 000
U.S. EPA IRIS, 2022 (13) (sous-chronique)	6×10^{-3}	Das <i>et al.</i> , 2008 (26)	Souris	Retards de développement après exposition gestationnelle (développemental) ^B	100

^A Cette valeur est une VTR indicative qui est un repère toxicologique moins robuste que la VTR avec un niveau de confiance faible (21).

^B Cette VTR a pris en compte trois types des effets sur le développement soit la mortalité embryonnaire/fœtale, le retard de l'ouverture des yeux et le retard de l'ouverture vaginale.

PFBS

Le PFBS est un acide perfluorosulfonique (PFSA) à courte chaîne avec quatre carbones dans sa structure et une demi-vie de l'ordre de quelques semaines chez l'humain (15,19,20). Le PFBS est un substitut d'autres PFSA à chaîne plus longue (comme le PFOS) (15).

Six organismes ont proposé des VTR avec seuil de dose pour le PFBS. Les études clés chez des rongeurs à la base des VTR chroniques et sous-chroniques recensées ont mis en évidence des effets rénaux, endocriniens, cardiovasculaires ainsi que sur le développement. Les VTR varient entre $8,4 \times 10^{-5}$ et $8,0 \times 10^{-2}$ mg/kg/jour.

Tableau 4 Valeurs toxicologiques de référence avec seuil, soit les doses de référence (RfD), proposées pour le PFBS par différents organismes sanitaires reconnus

Organismes (période d'exposition)	RfD (mg/kg/jour)	Étude clé	Espèce	Effet critique rapporté (type d'effet)	Facteur d'incertitude total
Anses, 2017 (27) (chronique)	$8,0 \times 10^{-2}$	Lieder <i>et al.</i> , 2009 (28)	Rat	Hyperplasie tubulaire (rénal)	75
MDH, 2022 (29) (chronique et sous-chronique)	$8,4 \times 10^{-5}$	NTP, 2019 (30)	Rat	Diminution de la T4 totale (endocrinien)	100
OEHHA, 2021 (31) (chronique)	$6,0 \times 10^{-4}$	Feng <i>et al.</i> , 2017 (32)	Souris	Diminution de la T4 totale chez le nouveau-né après exposition de la mère (développemental)	100
TCEQ, 2023 (25) (chronique)	$1,4 \times 10^{-3}$	Lieder <i>et al.</i> , 2009 (28); York <i>et al.</i> , 2013 (33)	Rat	Diminution de l'hémoglobine et de l'hématocrite (cardiovasculaire) et modifications histologiques des reins (rénal)	300
U.S. EPA HA, 2022 (34) et U.S. EPA PPRTV, 2021 (15) (chronique)	$3,0 \times 10^{-4}$	Feng <i>et al.</i> , 2017 (32)	Souris	Diminution de la T4 totale chez le nouveau-né après exposition de la mère (développemental)	300
U.S. EPA HA, 2022 (34) et U.S. EPA PPRTV, 2021 (15) (sous-chronique)	$1,0 \times 10^{-3}$	Feng <i>et al.</i> , 2017 (32)	Souris	Diminution de la T4 totale chez le nouveau-né après exposition de la mère (développemental)	100

PFHxA

Le PFHxA est un PFCA à courte chaîne avec six carbones dans sa structure (19). Sa demi-vie chez l'humain a été peu étudiée, mais les données disponibles suggèrent qu'elle serait d'entre plusieurs jours à quelques semaines (14). Cette substance a été détectée comme un produit de dégradation d'autres PFAS.

Quatre organismes ont proposé des VTR avec seuil de dose pour le PFHxA. Les études clés chez des rats à la base des VTR chroniques et sous-chroniques recensées ont fait état d'effets rénaux, respiratoires ainsi que sur le développement. Les VTR varient entre $5,0 \times 10^{-4}$ et $3,2 \times 10^{-1}$ mg/kg/jour.

Tableau 5 Valeurs toxicologiques de référence avec seuil, soit les doses de référence (RfD), proposées pour le PFHxA par différents organismes sanitaires reconnus

Organismes (période d'exposition)	RfD (mg/kg/jour)	Étude clé	Espèce	Effet critique rapporté (type d'effet)	Facteur d'incertitude total
Anses, 2017 (35) (chronique)	$3,2 \times 10^{-1}$	Klaunig <i>et al.</i> , 2015 (36)	Rat	Nécrose papillaire et dégénérescence tubulaire (rénal)	25
MDH, 2021 (37) (chronique et sous-chronique)	$1,5 \times 10^{-4}$	Loveless <i>et al.</i> , 2009 (38)	Rat	Dégénérescence de l'épithélium nasal (respiratoire)	300
TCEQ, 2023 (25) (chronique)	5×10^{-4}	Loveless <i>et al.</i> , 2009 (38)	Rat	Diminution du poids corporel à la naissance (développemental)	100
U.S. EPA IRIS, 2023 (14) (chronique et sous-chronique)	5×10^{-4}	Loveless <i>et al.</i> , 2009 (38)	Rat	Diminution du poids corporel à la naissance (développemental)	100

PFPeA

Le PFPeA est un PFCA à courte chaîne avec cinq carbones dans sa structure (19). Peu d'informations toxicologiques sont disponibles pour ce contaminant. Aucune VTR dérivée en utilisant des études spécifiques pour cette substance n'a été recensée. Toutefois, la Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ) propose d'utiliser le PFHxA comme « proxy » pour l'établissement d'une dose de référence, en raison de sa structure similaire au PFPeA¹¹, et rapporte donc la même VTR (25). Suivant cette logique, les VTR recensées pour le PFHxA (tableau 5) seraient applicables au PFPeA.

¹¹ Le PFHxA est aussi un PFCA avec six carbones.

3.2.2 Calcul des indices de risque

L'indice de risque (IR) correspond au quotient entre la dose d'exposition journalière à une substance et sa VTR retenue. La dose d'exposition journalière pour une PFAS donnée est calculée en multipliant sa concentration dans l'eau par la consommation d'eau quotidienne ajustée au poids corporel. L'IR est calculé pour chaque classe d'âge jusqu'à 70 ans (39). Les IR sont calculés selon un scénario d'exposition très prudent. En effet, les VTR les plus protectrices, soit celles les plus faibles, sont utilisées ainsi que les concentrations maximales mesurées dans l'eau potable de l'arrondissement de La Baie. Les taux de consommation les plus élevés édictés soit dans la [Méthodologie d'élaboration de valeurs guides sanitaires chroniques pour les contaminants chimiques de l'eau potable](#) (1), soit dans les [Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec](#) (39), sont aussi retenus pour le calcul de l'exposition journalière pour chaque classe d'âge.

À cette étape de l'évaluation, il n'y a pas de distinction entre les VTR chroniques et sous-chroniques. Le scénario suppose, encore une fois de manière très prudente, que les effets – peu importe leur nature – des différents composés de PFAS s'additionnent. Ainsi, les IR sont considérés par substance individuelle, mais également pour la somme de ceux-ci. Cette approche additive est très conservatrice, mais cohérente avec l'utilisation des *Hazard Index* proposée par la U.S. EPA pour quatre PFAS (40). Si les IR ainsi additionnés, de chaque classe d'âge, sont supérieurs à 0,2, alors les risques d'effets ne peuvent pas être écartés; une analyse plus raffinée est donc recommandée. Au contraire, un IR combiné sous la valeur de 0,2 signifierait que des effets à la santé sont improbables; le risque est alors considéré négligeable (41). Bien que pour une source d'exposition donnée, la valeur de 1 est généralement utilisée comme IR de référence afin de refléter dans quelle mesure ladite source à elle seule se compare à la VTR. La balise peut aussi être fixée à 0,2 afin de tenir compte du fait que l'exposition mesurée s'ajoute à un bruit de fond potentiel par les autres sources d'exposition, mais qui est non quantifié (comme c'est le cas à La Baie). Une prémisse par défaut veut que ce bruit de fond peut à lui seul atteindre 80 % de la VTR, représentant ainsi un IR de 0,8 (39). Évidemment, dans le cas présent, cette prémisse est très conservatrice considérant qu'il a été évoqué plus haut que l'exposition par l'eau potable en cause contribue vraisemblablement à une part très importante de l'exposition totale. Il reste que selon cette prémisse, un IR supérieur à 0,2 pour l'eau potable seule met en lumière la possibilité que l'exposition qui en découle contribue à ce que la somme des IR pour l'eau potable et pour le bruit de fond dépasse la valeur de 1 et que l'exposition totale excède donc la VTR.

Les IR obtenus, tant individuels que selon l'approche additive, se situent tous sous la balise de 0,2, peu importe le groupe d'âge. Le tableau 6 (p. 15) montre les IR pour les groupes *a priori* les plus **vulnérables** à une exposition environnementale ainsi que pour les adultes en général. Ainsi, malgré une exposition potentiellement plus élevée que pour la population en général, tel que montrée par l'approche du *Logigramme PFAS* et par la comparaison des critères de ce dernier avec l'exposition alimentaire estimée par l'EFSA (European Food Safety Authority) (8) (voir

section précédente), les risques d'effets à la santé pour la population de La Baie s'avèrent négligeables.

Tableau 6 Indices de risque (IR) basé sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR) les plus faibles et les concentrations maximales mesurées dans l'eau potable des puits actifs

Substance	Concentration maximale (ng/L)	Organisme ayant publié la VTR	VTR (mg/kg/jour)	Indice de risque par classe d'âge			
				< 0,5 an	0,5 à < 5 ans	Femmes enceintes	Adulte (20 +) ^B
PFBA	30	U.S. EPA IRIS 2022 (13)	$1,0 \times 10^{-3}$	0,004	0,003	0,001	0,001
PFBS	9	MDH, 2022 (29)	$8,4 \times 10^{-5}$	0,02	0,01	0,004	0,003
PFHxA	59	MDH, 2021 (37)	$1,5 \times 10^{-4}$	0,06	0,04	0,01	0,01
PFPeA ^A	97	MDH, 2021 (37)	$1,5 \times 10^{-4}$	0,09	0,06	0,02	0,02
Approche additive des IR				0,17	0,11	0,04	0,03

^A La VTR la plus faible recensée pour le PFHxA a été utilisée pour le calcul des IR du PFPeA.

^B Le taux de consommation pour les adultes correspond à 0,026 (L/kg-jour) en utilisant la moyenne édictée dans les [Lignes directrices](#) (39) de 74,6 kg pour le poids et le 75^e centile pour la consommation hydrique de 1,907 L/jour.

3.2.3 Comparaison avec des valeurs guides existantes pour l'eau potable

Tel que mentionné précédemment, les concentrations potentielles d'exposition ont aussi été comparées avec des valeurs guides existantes pour l'eau potable. Les mêmes organismes que pour la révision des VTR ont été consultés (18). Peu d'organismes proposent des valeurs guides pour ces quatre substances dans l'eau potable (voir tableau 7 p. 16). Le PFBA fait l'objet de deux valeurs guides, soit 7 000 ng/L proposée par le Minnesota Department of Health (MDH) (23) et 30 000 ng/L par Santé Canada (42). Pour le PFBS, quatre valeurs guides sont disponibles, allant de 100 ng/L à 15 000 ng/L (29,31,34,42). En ce qui concerne le PFHxA, deux organismes proposent une même valeur guide de 200 ng/L (37,42). Finalement, pour le PFPeA, seulement Santé Canada propose une valeur de 200 ng/L (42). Il est à noter que les valeurs de Santé Canada pour ces quatre PFAS ne sont pas des concentrations maximales admissibles, mais elles sont des valeurs guides préliminaires avec peu d'information disponible sur leur dérivation (6,42). De plus, l'objectif pour la qualité de l'eau potable de 30 ng/L pour la somme des PFAS proposé par Santé Canada remplacera ces valeurs une fois entériné. Les valeurs proposées par le MDH et la U.S. EPA sont des valeurs guides sanitaires avec un « statut final » tandis que celle de l'Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) de la Californie est une valeur intérimaire basée aussi sur la santé.

Aucune des concentrations maximales pour les quatre PFAS prédominantes à La Baie ne dépasse les valeurs guides répertoriées. Ce constat est en cohérence avec l'analyse des indices de risque basée sur les VTR présentée ci-dessus.

Tableau 7 Valeurs guides pour l'eau potable proposées par des organismes reconnus pour le PFBA, le PFBS, le PFHxA et le PFPeA et comparaison avec les concentrations maximales mesurées à La Baie dans l'eau potable (provenant des puits actifs)

Substance	Concentration maximale (ng/L)	Valeurs guides dans l'eau potable proposées par des organismes reconnus (ng/L)			
		MDH	U.S. EPA HA	Santé Canada	OEHHA
PFBA	30	7 000*	n.d.	30 000	n.d.
PFBS	9	100*	2 000*	15 000	500*
PFHxA	59	200*	n.d.	200	n.d.
PFPeA	97	n.d.	n.d.	200	n.d.

* Selon la documentation disponible pour ces valeurs, il s'agit de valeurs guide sanitaires.

4 DISCUSSION

Le présent rapport vise à soutenir la DSPublique du Saguenay-Lac-Saint-Jean dans l'analyse des risques à la santé associés à la présence de certaines PFAS dans l'eau potable de l'arrondissement de La Baie de la Ville de Saguenay. À cette fin, une évaluation du risque pour la santé des consommateurs de cette eau a été réalisée sur la base des données de concentrations fournies à l'INSPQ par la DSPublique et mesurées par le laboratoire du CEAEQ du MELCCFP. Concrètement, les concentrations de PFAS totales retrouvées dans des échantillons de deux des quatre puits d'approvisionnement en eau potable ainsi que dans des échantillons d'eau distribuée de l'arrondissement de La Baie (allant jusqu'à 205 ng/L) apparaissent particulièrement élevées, en comparaison de la distribution des concentrations retrouvées dans 463 échantillons d'eau potable colligés dans 376 municipalités au Québec (moyenne = 4,8 ng/L, médiane = 2 ng/L, 95^e centile = 13 ng/L (Munoz *et al.*, [7])).

La démarche suivie se base sur le *Logigramme PFAS*; elle comprend une évaluation rapide du risque en utilisant des balises génériques, suivie d'une évaluation approfondie réalisée en utilisant les données toxicologiques disponibles pour les quatre PFAS spécifiques retrouvées à La Baie. Ainsi, les résultats de l'évaluation initiale mettent en évidence que l'exposition potentielle aux PFAS dans l'eau potable de La Baie apparaît élevée par rapport à l'exposition habituelle aux PFAS dans la population en général. L'évaluation approfondie soutient que cette surexposition ne devrait pas soulever d'enjeu sanitaire compte tenu du type de PFAS en cause. Ce dernier point ne tient toutefois pas compte de la possibilité de relation supra-additive entre les substances sur la toxicité totale, mais à notre connaissance, rien dans la littérature ne permet de soutenir une telle hypothèse à l'heure actuelle. De même, les concentrations maximales observées à La Baie sont inférieures aux valeurs guides pour l'eau potable recensées auprès d'organismes reconnus.

Bien que pouvant apparaître dissonants par rapport aux constats de l'évaluation rapide, les résultats de l'évaluation approfondie y sont complémentaires et ne devraient pas être interprétés comme une raison pour délaissier les efforts de réduction de l'exposition de la population concernée. En effet, les doses d'exposition associées aux quatre principales PFAS mesurées dans l'eau potable de La Baie sont, pour tous les groupes d'âge concernés, nettement plus élevées que celles issues de l'exposition alimentaire moyenne estimée par l'EFSA (8) à ces mêmes substances. En comparaison, la voie alimentaire est habituellement considérée comme étant la principale voie d'exposition pour plusieurs PFAS dans la population en général (8,20,43). En tenant compte des concentrations maximales mesurées dans l'eau, ces doses sont entre 1,5 fois (pour le PFBA chez les 5-12 ans) et 18 fois (pour le PFPeA chez les adultes) celles de l'exposition alimentaire. Alors qu'en considérant les moyennes des concentrations dans l'eau des puits du tableau 1 (p. 4), les doses journalières demeurent élevées, soit entre 1,1 et 10 fois respectivement. Ceci témoigne que, basée sur la caractérisation actuelle, la contamination de l'eau potable est vraisemblablement la principale source d'exposition de la population de La Baie à ces PFAS. Cette surexposition potentielle inhabituelle, au vu de ce à quoi seraient généralement exposées les autres communautés du Québec par l'intermédiaire de cette source,

apparaît inéquitable. De plus, l'application du principe ALARA est mise de l'avant par plusieurs organismes sanitaires à travers le monde concernant les PFAS, incluant l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et Santé Canada (6,44). Suivant cette application, des options de gestion visant à diminuer l'exposition de la population aux PFAS devraient être envisagées dans la mesure où elles sont jugées raisonnables. Ceci apparaît *a fortiori* pertinent dans le cas de la potentielle surexposition à l'étude ici et nonobstant les risques sanitaires négligeables qui en découlent, tel qu'évalué dans le présent travail.

Par ailleurs, les connaissances sur les PFAS évoluent rapidement et des incertitudes persistent relativement aux propriétés toxicologiques de ces substances. À ce titre, il est intéressant de noter que pour les PFAS mieux caractérisées toxicologiquement, soit le PFOS et le PFOA, la littérature a montré que les valeurs guides ainsi que les VTR ont diminué de manière importante dans les dernières années (44,45). Il est aussi à noter que trois substances détectées dans l'eau potable de La Baie n'ont pas été incluses dans l'appréciation des risques en raison de leur faible proportion, mais aussi à cause du très peu d'informations toxicologiques existantes. Pour le 4:2 FTS et le PFPrS, aucune VTR n'a été recensée. En revanche, pour le PFHpA, la TCEQ propose aussi l'utilisation d'un proxy pour cette substance, soit le PFOS¹². Cela souligne que l'appartenance de sept des huit substances détectées aux mêmes sous-groupes de PFAS¹³ que certaines molécules caractérisées depuis plus longtemps et possédant des propriétés toxicologiques bien démontrées, telles le PFOA et le PFOS, soutient une approche prudente. Dans cette perspective, l'Institut de santé publique et de l'environnement des Pays-Bas (RIVM; National Institute for Public Health and the Environment) (47) a d'ailleurs proposé une approche d'évaluation de la toxicité basée sur les équivalents toxiques en PFOA pour 22 PFAS, basée sur la toxicité hépatique de celles-ci¹⁴. L'application de cette approche aux concentrations des PFAS spécifiques retrouvées à La Baie se traduirait par des « concentrations équivalentes » en PFOA pouvant atteindre entre 4,3 et 9,1 ng/L (voir annexe 3), soit potentiellement plus que le critère chronique du PFOA de 4 ng/L¹⁵, mais inférieur au critère sous-chronique de 17 ng/L¹⁶ du *Logigramme PFAS*. Toutefois, à ce jour, cette approche n'a pas été reprise par d'autres organismes et son extrapolation aux autres effets toxicologiques, incluant sur le développement, reste à confirmer. Il demeure que ces points constituent des arguments en faveur du maintien

¹² Si le PFOS était utilisé comme proxy pour le PFHpA, la concentration de 1 ng/L détectée à La Baie respecterait les critères du *Logigramme PFAS* pour le PFOS (soit 4 ng/L pour les considérations chroniques et 11 ng/L pour les considérations sous-chroniques). Il est à noter que le critère chronique du PFOS est une valeur guide de gestion proposée par la U.S. EPA en mars 2023 (46).

¹³ Le PFBA, le PFPeA, le PHFxA et le PHFpA sont des acides perfluorocarboxyliques (PFCA ou APFC) comme le PFOA tandis que le PFBS, le PFHxS et le PFPrS sont des acides perfluorosulfoniques (PFSA ou APFS) comme le PFOS (19).

¹⁴ Le RIVM propose des équivalents toxiques pour six substances détectées dans l'eau potable à La Baie. Les équivalents toxiques varient entre 0,001 et 1 par rapport au PFOA. Plus de détails se trouvent dans l'annexe 3.

¹⁵ Le critère chronique retenu de 4 ng/L du *Logigramme PFAS* est une valeur guide de gestion proposée par la U.S. EPA en mars 2023 comme concentration maximale à respecter (*maximum concentration level*) dans son cadre réglementaire (46). Plus de détails sont disponibles dans le document de soutien au *Logigramme PFAS*.

¹⁶ Le critère sous-chronique retenu de 17 ng/L du *Logigramme PFAS* est une valeur guide sanitaire dérivée par l'INSPQ en utilisant la VTR sous-chronique de l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) (20). Plus de détails sont disponibles dans le document de soutien au *Logigramme PFAS*.

des efforts déjà déployés de réduction de l'exposition de l'ensemble de la population aux PFAS présentes dans l'eau potable de La Baie.

En ce qui concerne à qui de tels efforts sont destinés, il n'y a pas lieu, dans la situation de La Baie, de soulever des préoccupations relativement à de possible groupes spécifiques de la population présentant une sensibilité accrue aux expositions potentielles appréhendées. En effet, les résultats de l'évaluation de risque approfondie aux substances en présence ne pointent pas dans cette direction. Ainsi, les VTR utilisées pour porter un jugement sur le risque ont justement été élaborées par leurs auteurs en tenant compte du potentiel de toxicité des substances à l'endroit des enfants en développement, y compris durant la vie fœtale. Par conséquent, les faibles indices de risque indiqués au tableau 6 (p. 15) montrent que même à l'égard de cet effet critique sensible, l'exposition potentielle à La Baie n'apparaît pas particulièrement préoccupante. C'est donc plutôt dans une visée plus universelle auprès de la population générale que les efforts de réduction de l'exposition par l'eau potable devraient être orientés, dans une perspective d'amélioration continue plutôt que de priorisation d'interventions ciblées pour certains groupes de la population. Ceci tout en se rappelant que de manière générale, prévenir l'exposition des jeunes enfants et des femmes enceintes aux contaminants chimiques de l'environnement s'inscrit favorablement dans une approche de santé publique.

4.1 Incertitudes et limites

Comme pour toute évaluation du risque sanitaire, le présent exercice comporte sa part d'incertitudes, dont certaines sont spécifiques à la situation étudiée et d'autres inhérentes à tout processus de ce type. Tout d'abord, les données de contamination de l'eau à La Baie témoignent d'une grande variabilité des concentrations entre les différents puits d'approvisionnement ainsi que dans les échantillons d'eau distribuée dans le réseau. Cette variabilité est également potentiellement importante dans le temps au sein d'un même puits. En effet, selon le tableau 1 (p. 4), la concentration en PFAS totales au puits S-71 a varié entre 84 ng/L et 205 ng/L tandis qu'au puits S-72, les concentrations allaient de 87 à 121 ng/L. Les concentrations mesurées dans l'eau distribuée ont varié entre 7 et 100 ng/L. Un seul site de prélèvement a été échantillonné plus d'une fois, soit l'hôtel de ville; la concentration en PFAS totales entre les deux échantillons a varié par un facteur de presque 4 (entre 11 et 40 ng/L). Il est à noter que le changement dans la méthode analytique suivie durant cette période n'aurait pas contribué de manière importante à ces variations (voir annexe 1). Ces dernières, combinées au relativement faible nombre d'échantillons et au fait que l'eau des divers puits est mélangée en proportions variables pour fournir les différentes portions du réseau d'alimentation en eau potable de La Baie, font qu'il n'est pas possible de considérer les données du tableau 1 (p. 4) comme représentatives de l'exposition de la population. Ceci constitue la principale limite de la présente évaluation.

Il importe de mentionner que des concentrations élevées ont été mesurées dans les puits S-76 et S-70, lesquels ne servent plus à l'alimentation actuelle en eau potable de La Baie. Toutefois, elles peuvent témoigner d'une situation d'exposition qui a pu avoir lieu dans le passé, soit à des concentrations en PFAS totales variant entre 185 (puits S-70) et 371 ng/L (puits S-76). En

effectuant le calcul des IR avec les concentrations maximales des PFAS individuelles mesurées dans ce puits, une valeur de 0,21 a été obtenue (pour le PFPeA) pour un IR total suivant une hypothèse d'additivité de 0,34 (voir annexe 3). Ces chiffres, qui sont tout à fait du même ordre que ceux décrits pour les concentrations mesurées dans les puits actifs, ne changent pas le portrait décrit plus haut d'une exposition nettement inférieure à celle équivalente à la VTR spécifique à chaque substance. Dans l'éventualité où ces puits dits « d'urgence » devaient être réactivés, une mise à jour de la caractérisation des concentrations de PFAS présentes dans leur eau brute devrait être entreprise avant leur mise en fonction.

Par ailleurs, les incertitudes concernant le fait que les valeurs toxicologiques de référence élaborées sur la base d'un effet précis dans un devis expérimental donné protègent contre tous les effets à la santé sont inhérentes à toute évaluation du risque. À cet égard, il ne peut être exclu que l'évolution des connaissances pourrait engendrer dans le futur des VTR plus faibles que celles qui ont été utilisées dans le présent travail. Enfin, le fait que seul un petit nombre de PFAS peut être mesuré avec les méthodes analytiques existantes, alors qu'il en existe des milliers qui partagent des similarités de structure et, potentiellement, de propriété physico-chimiques et toxicologiques, incite à la prudence tel que préconisé par plusieurs organismes sanitaires (6,44,48).

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le présent travail a été produit en soutien à l'analyse de risque de la DSPublique concernant les concentrations de PFAS ayant été mesurées dans le réseau d'eau potable de La Baie. L'ampleur réelle de l'exposition qui en découle pour la population touchée demeure difficile à estimer à partir des données limitées disponibles. Toutefois, en étant potentiellement la principale source d'exposition pour les consommateurs, l'eau potable serait responsable d'une surexposition pour ces derniers. La combinaison de cette surexposition avec les incertitudes décrites dans la discussion soutient le maintien d'une position prudente dans ce dossier. Une telle posture est cohérente avec celle de plusieurs organismes sanitaires concernant les PFAS.

Ainsi, les principaux constats de ce travail constituent des arguments appuyant les efforts en vue de réduire l'exposition de l'ensemble de la population de La Baie aux PFAS présentes dans l'eau potable. Entre temps, il apparaît hautement improbable que des effets néfastes à la santé découlent des concentrations de PFAS mesurées à La Baie selon l'état actuel des connaissances scientifiques sur les PFAS spécifiques en cause. Cette interprétation du risque constitue une valeur ajoutée à la gestion de la situation, notamment dans la perspective de communication du risque à la population locale et autres parties prenantes.

Enfin, la collecte de données documentant les variations spatiotemporelles des concentrations de PFAS dans les divers points de distribution de l'eau potable contribuerait à diminuer les incertitudes associées à l'évaluation de risque en permettant une estimation plus robuste de l'exposition de la population.

RÉFÉRENCES

1. INSPQ. Méthodologie d'élaboration de valeurs guides sanitaires chroniques pour les contaminants chimiques de l'eau potable [En ligne]. Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2837-valeurs-guides-sanitaires-contaminants-chimiques-eau-potable.pdf>
2. [En ligne]. Gouvernement du Québec. Règlement sur la qualité de l'eau potable; 2023. Disponible : <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2040%20/>
3. INSPQ. Outil d'aide à la décision lors de dépassement de normes ou de contaminations chimiques dans l'eau potable [En ligne]. Institut national de santé publique du Québec; 2015. Disponible : https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/eau/guide-eau_version2015.pdf
4. INSPQ. Logigramme d'aide à la décision pour la présence des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) dans l'eau potable. Institut national de santé publique du Québec; 2023.
5. [En ligne]. Ville de Saguenay. Composés perfluorés (PFAS); 2023. Disponible : <https://ville.saguenay.ca/fr>
6. Santé Canada. Objectif pour la qualité de l'eau potable au Canada: Substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées. Objectif pour consultation publique [En ligne]. Ottawa (Ontario) : Santé Canada; 2023. Disponible : <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/programs/consultation-draft-objective-per-polyfluoroalkyl-substances-canadian-drinking-water/overview/aperçu.pdf>
7. Union européenne. Directive (UE) 2020/2184 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2020, relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (refonte) [En ligne]. Office des publications de l'Union européenne, Direction générale de l'environnement; 2020. Disponible : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184&from=FR>
8. European Food Safety Authority [En ligne]. EFSA. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food; 2020. Disponible : <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6223>
9. Munoz G, Liu M, Vo Duy S, Liu J, Sauvé S. Target and nontarget screening of PFAS in drinking water for a large-scale survey of urban and rural communities in Québec, Canada. *Water Research*. 15 avr 2023;233:119750.
10. Vogel N, Conrad A, Apel P, Rucic E, Kolossa-Gehring M. Human biomonitoring reference values: Differences and similarities between approaches for identifying unusually high exposure of pollutants in humans. *Int J Hyg Environ Health*. janv 2019;222(1):30-3.
11. Khoury C, Werry K, Haines D, Walker M, Malowany M. Human biomonitoring reference values for some non-persistent chemicals in blood and urine derived from the Canadian Health Measures Survey 2009–2013. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 1 mai 2018;221(4):684-96.

12. INSPQ. La gestion des risques en santé publique au Québec : cadre de référence [En ligne]. Institut national de santé publique du Québec; 2016. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2106>
13. U.S. EPA. IRIS Toxicological Review of Perfluorobutanoic Acid (PFBA, CASRN 375-22-4) and Related Salts [En ligne]. Washington, D.C. : U.S. Environmental Protection Agency; 2022. Rapport no EPA/635/R-22/277Fa. Disponible : https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=701
14. U.S. EPA. IRIS Toxicological Review of Perfluorohexanoic Acid [PFHxA, CASRN 307-24-4] and Related Salts [En ligne]. Washington, D.C. : U.S. Environmental Protection Agency; 2023. Rapport no EPA/635/R-23/027Fa. Disponible : <https://iris.epa.gov/static/pdfs/0704tr.pdf>
15. U.S. EPA. Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for Perfluorobutane Sulfonic Acid (PFBS) and Related Compound Potassium Perfluorobutane Sulfonate [En ligne]. Washington, D.C. : United States Environmental Protection Agency; 2021. Rapport no EPA/690/R-21/001F, 2021. Disponible : <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/recordisplay.cfm?deid=350061>
16. [En ligne]. Minnesota Department of Health. Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS); 2022. Disponible : <https://www.health.state.mn.us/communities/environment/hazardous/topics/pfas.html>
17. [En ligne]. ATSDR. Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) and Your Health: How can I be exposed?; 2022. Disponible : <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/health-effects/exposure.html>
18. Équipe scientifique sur les risques toxicologiques et radiologiques. Méthodologie de recherche et de sélection de valeurs toxicologiques de référence publiées par les organismes reconnus. Institut national de santé publique du Québec; déc 2022.
19. Environnement et Changement climatique Canada, Santé Canada. Ébauche du rapport sur l'état des substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (SPFA) [En ligne]. mai 2023. Disponible : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/evaluation-substances-existantes/ebauche-rapport-etat-substances-perfluoroalkyliques-polyfluoroalkyliques.html>
20. ATSDR. Toxicological profile for perfluoroalkyls [En ligne]. Agency for Toxic Substances & Disease Registry; 2021. Disponible : <https://www.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=1117&tid=237>
21. ANSES. Elaboration de VTR chronique par voie orale pour l'acide perfluorobutanoïque (PFBA) [En ligne]. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail; 2017. (Édition scientifique). Disponible : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SUBSTANCES2015SA0129Ra.pdf>
22. Butenhoff JL, Bjork JA, Chang SC, Ehresman DJ, Parker GA, Das K, et al. Toxicological evaluation of ammonium perfluorobutyrate in rats: Twenty-eight-day and ninety-day oral gavage studies. *Reproductive Toxicology*. 1 juill 2012;33(4):513-30.
23. Minnesota Department of Health. Toxicological Summary for: Perfluorobutanoate [En ligne]. 2018. Disponible : <https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/docs/guidance/gw/pfba2summ.pdf>

24. NOTOX. Project 484492 Final Draft Report. Repeated dose 90-day oral toxicity study with MTDID 8391 by daily gavage in the rat followed by a 3-week recovery period. 2007;
25. TCEQ. Per- and Poly-fluoroalkyl Substances (PFAS) [En ligne]. Texas Commission on Environmental Quality; 2023. Disponible : <https://www.tceq.texas.gov/downloads/toxicology/pfc/pfcs.pdf>
26. Das KP, Grey BE, Zehr RD, Wood CR, Butenhoff JL, Chang SC, et al. Effects of Perfluorobutyrate Exposure during Pregnancy in the Mouse. *Toxicological Sciences*. 1 sept 2008;105(1):173-81.
27. ANSES. Elaboration de VTR chronique par voie orale pour l'acide perfluorobutane sulfonique (PFBS) [En ligne]. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail; 2017. (Édition scientifique). Disponible : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SUBSTANCES2015SA0130Ra.pdf>
28. Lieder PH, Chang SC, York RG, Butenhoff JL. Toxicological evaluation of potassium perfluorobutanesulfonate in a 90-day oral gavage study with Sprague–Dawley rats. *Toxicology*. 8 janv 2009;255(1):45-52.
29. Minnesota Department of Health. Toxicological Summary for: Perfluorobutane sulfonate [En ligne]. 2022. Disponible : <https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/docs/guidance/gw/pfbsummary.pdf>
30. National Toxicology Program. Toxicity studies of perfluoroalkyl sulfonates administered by gavage to Sprague Dawley (Hsd:Sprague Dawley SD) rats. *Toxic Rep Ser*. août 2019;(96):NTP-TOX-96.
31. OEHHA. Notification Level Recommendation: Perfluorobutane Sulfonic Acid in Drinking Water [En ligne]. Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency; 2021. Disponible : <https://oehha.ca.gov/media/downloads/water/chemicals/nl/pfbnsn1011321.pdf>
32. Feng X, Cao X, Zhao S, Wang X, Hua X, Chen L, et al. Exposure of Pregnant Mice to Perfluorobutanesulfonate Causes Hypothyroxinemia and Developmental Abnormalities in Female Offspring. *Toxicological Sciences*. 1 févr 2017;155(2):409-19.
33. York RG. Oral (Gavage) Repeated Dose 90-Day Toxicity Study of Potassium Perfluorobutane Sulfonate (PFBS) in Rats. *Argus Research Protocol*. 2003;(418-026).
34. U.S. EPA. Drinking Water Health Advisory: Perfluorobutane Sulfonic Acid (CASRN 375-73-5) and Related Compound Potassium Perfluorobutane Sulfonate (CASRN 29420-49-3) [En ligne]. Washington, D.C. : United States Environmental Protection Agency; 2022. Rapport no EPA/690/R-21/001F, 2021. Disponible : <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-06/drinking-water-pfbs-2022.pdf>
35. ANSES. Elaboration de VTR chronique par voie orale pour l'acide perfluorohexanoïque (PFHxA) [En ligne]. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail; 2017. (Édition scientifique). Disponible : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SUBSTANCES2015SA0127Ra.pdf>

36. Klaunig JE, Shinohara M, Iwai H, Chengelis CP, Kirkpatrick JB, Wang Z, et al. Evaluation of the Chronic Toxicity and Carcinogenicity of Perfluorohexanoic Acid (PFHxA) in Sprague-Dawley Rats. *Toxicol Pathol.* SAGE Publications Inc; 1 févr 2015;43(2):209-20.
37. Minnesota Department of Health. Toxicological Summary for: Perfluorohexanoate [En ligne]. 2021. Disponible : <https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/docs/guidance/gw/pfhexa.pdf>
38. Loveless SE, Slezak B, Serex T, Lewis J, Mukerji P, O'Connor JC, et al. Toxicological evaluation of sodium perfluorohexanoate. *Toxicology.* 1 oct 2009;264(1):32-44.
39. INSPQ. Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec [En ligne]. Montréal : Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique Québec; 2012. Disponible : https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1440_LignesDirectRealEvaRisqueToxicoOrigEnviroSanteHum.pdf
40. U.S. 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 [En ligne]. Washington, D.C. : U.S. Environmental Protection Agency; 2023. Rapport no EPA-822-P-23-004. Disponible : <https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-03/PFAS%20HI%20MCLG%20Public%20Review%20Draft%2009%20March%202023.pdf>
41. [En ligne]. Santé Canada. L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada, Partie V : L'évaluation quantitative détaillée des risques pour la santé humaine associés aux substances chimiques (ÉQDRCHIM) [Santé Canada, 2010]; 22 juill 2011. Disponible : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/lieux-contamines/evaluation-risques-sites-contamines-federaux-canada-partie-evaluation-quantitative-detailee-risques-sante-humaine-associes-substances-chimiques.html>
42. [En ligne]. Santé Canada. Parlons d'eau : SPFO, APFO et autres SPFA dans l'eau potable; 2019. Disponible : <https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine/valeurs-preliminaires-substances-perfluoroalkyliques-leau-potable.html>
43. De Silva AO, Armitage JM, Bruton TA, Dassuncao C, Heiger-Bernays W, Hu XC, et al. PFAS Exposure Pathways for Humans and Wildlife: A Synthesis of Current Knowledge and Key Gaps in Understanding. *Environmental Toxicology and Chemistry.* 2021;40(3):631-57.
44. OMS. PFOAS and PFOA in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality (Version for public review) [En ligne]. Organisation mondiale sur la Santé; 2022. Disponible : <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/chemical-hazards-in-drinking-water/per-and-polyfluoroalkyl-substances>
45. Post GB. Recent US State and Federal Drinking Water Guidelines for Per- and Polyfluoroalkyl Substances. *Environmental Toxicology and Chemistry.* 2021;40(3):550-63.

46. United States Environmental Protection Agency [En ligne]. U.S. EPA. Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS): Proposed PFAS National Primary Drinking Water Regulation; 2023. Disponible : <https://www.epa.gov/sdwa/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas>
47. Bil W, Zeilmaker M, Fragki S, Lijzen J, Verbruggen E, Bokkers B. Risk Assessment of Per- and Polyfluoroalkyl Substance Mixtures: A Relative Potency Factor Approach. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2021;40(3):859-70.
48. ATSDR. PFAS Exposure Assessments Final Report: Information to protect our communities [En ligne]. National Center for Environmental Health Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 2022. Disponible : <https://www.atsdr.cdc.gov/pfas/docs/PFAS-EA-Final-Report-508.pdf>
49. United States Environmental Protection Agency [En ligne]. U.S. EPA. Drinking Water Health Advisories for PFOA and PFOS: 2022 Interim Updated PFOA and PFOS Health Advisories; 2022. Disponible : <https://www.epa.gov/sdwa/drinking-water-health-advisories-pfoa-and-pfos>
50. United States Environmental Protection Agency [En ligne]. U.S. EPA. Drinking Water Health Advisories for GenX Chemicals and PFBS: 2022 Final Health Advisories for GenX Chemicals and PFBS; 2022. Disponible : <https://www.epa.gov/sdwa/drinking-water-health-advisories-genx-chemicals-and-pfbs>

ANNEXE 1 CONCENTRATIONS MESURÉES DES PFAS À LA BAIE (VILLE DE SAGUENAY)

Tableau A2-1 Ensemble des concentrations (en ng/L) de différentes PFAS mesurées dans l'eau potable de l'arrondissement de La Baie de la Ville de Saguenay analysées par le CEAEQ^(A) et transmises à l'INSPQ par la DSPublique du Saguenay-Lac-Saint-Jean. En gras, toutes les concentrations au-dessus de la limite de détection.

Site d'échantillonnage	Type d'échantillon	Date prélèvement	PFAS totales	L-PFBS	PFHxS	L-PFHpS	PFOS	PFDS	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUdA	FHUEA	FOUEA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	PFDoA ^(B)	PFTrDA ^(B)	PFTeDA ^(B)	L-PFPpS ^(B)	L-PFPeS ^(B)	L-PFNS ^(B)	PFMPA ^(B)	PFMBA ^(B)	PFESA ^(B)	NFDHA ^(B)	HFO-DA ^(B)	ADONA ^(B)	9Cl-PF3ONS ^(B)	11Cl-PF3OUdS ^(B)	NMeFOSAA ^(B)	NEtFOSAA ^(B)	PFECHS ^(B)				
Puits S-71	Eau brute	2022-11-16	84	3	< 1	< 1	< 1	< 4	12	49	20	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-72	Eau brute	2022-11-16	87	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	21	55	11	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-73	Eau brute	2022-11-16	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	< 5	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-75	Eau brute	2022-11-16	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	< 5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-76 (urgence)	Eau brute	2022-11-16	360	7	< 1	< 1	< 1	< 4	64	220	66	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	3	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-71	Eau brute	2022-02-21	131	6	< 1	< 1	< 1	< 4	20	59	45	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-72	Eau brute	2022-02-21	121	1	< 1	< 1	< 1	< 4	26	71	23	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-73	Eau brute	2022-02-21	4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	< 5	4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-75	Eau brute	2022-02-21	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	< 5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-76 (urgence)	Eau brute	2023-02-21	371	10	< 1	< 1	< 1	< 4	64	180	110	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	7	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Réservoir Port-Alfred	Eau distribuée	2022-02-21	96	4	< 1	< 1	< 1	< 4	18	49	25	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poste police	Eau distribuée	2022-02-21	100	5	< 1	< 1	< 1	< 4	16	51	27	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hôtel de ville	Eau distribuée	2022-02-21	40	2	< 1	< 1	< 1	< 4	8	21	9	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-70 (à l'arrêt)	Eau brute	2023-03-20	185	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	44	120	20	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2	< 2	< 1	1	< 2	< 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puits S-71	Eau brute	2023-07-10	205	9	< 1	< 1	< 1	< 2	30	97	59	1	< 1	< 1	< 2	< 5	< 2	< 8	2	< 2	< 1	< 2	< 5	< 6	7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 6	< 8	< 1	< 1	< 2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		

Tableau A2-1 Ensemble des concentrations (en ng/L) de différentes PFAS mesurées dans l'eau potable de l'arrondissement de La Baie de la Ville de Saguenay analysées par le CEAEQ^(A) et transmises à l'INSPQ par la DSPublique du Saguenay-Lac-Saint-Jean. En gras, toutes les concentrations au-dessus de la limite de détection. (suite)

Site d'échantillonnage	Type d'échantillon	Date prélèvement	PFAS totales	L-PFBS	PFHxS	L-PFHpS	PFOS	PFDS	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUdA	FHUEA	FOUEA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	PFDoA ^(B)	PFTrDA ^(B)	PFTeDA ^(B)	L-PFPPrS ^(B)	L-PFPeS ^(B)	L-PFNs ^(B)	PFMPA ^(B)	PFMBA ^(B)	PFEESA ^(B)	NFDHA ^(B)	HFPO-DA ^(B)	ADONA ^(B)	9Cl-PF3ONS ^(B)	11Cl-PF3OUdS ^(B)	NMeFOSAA ^(B)	NEtFOSAA ^(B)	PFECHS ^(B)	
Puits S-72	Eau brute	2023-07-10	117	2	< 1	< 1	< 1	< 2	28	65	17	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	< 2	< 8	< 1	< 2	< 1	< 2	< 5	< 6	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 6	< 8	< 1	< 1	< 1	< 2	< 1	< 1	< 1
Puits S-73	Eau brute	2023-07-10	9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	6	3	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	< 2	< 8	< 1	< 2	< 1	< 2	< 5	< 6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 6	< 8	< 1	< 1	< 1	< 2	< 1	< 1	< 1
Puits S-75	Eau brute	2023-07-10	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	< 2	< 8	< 1	< 2	< 1	< 2	< 5	< 6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 6	< 8	< 1	< 1	< 1	< 2	< 1	< 1	< 1
Centre des sports	Eau distribuée	2023-07-10	7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	5	2	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	< 2	< 8	< 1	< 2	< 1	< 2	< 5	< 6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 6	< 8	< 1	< 1	< 1	< 2	< 1	< 1	< 1
Réservoir Bagot	Eau distribuée	2023-07-10	8	< 1	2	< 1	< 1	< 2	< 5	4	2	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	< 2	< 8	< 1	< 2	< 1	< 2	< 5	< 6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 6	< 8	< 1	< 1	< 1	< 2	< 1	< 1	< 1
Hôtel de ville	Eau distribuée	2023-07-10	11	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	8	3	< 1	< 1	< 1	< 2	< 5	< 2	< 8	< 1	< 2	< 1	< 2	< 5	< 6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 6	< 8	< 1	< 1	< 1	< 2	< 1	< 1	< 1
LD avant avril 2023 ^(C)				1	1	1	1	4	5	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LD à partir d'avril 2023 ^(C)				1	1	1	1	2	5	1	1	1	1	1	2	5	2	8	1	2	1	2	5	6	1	1	1	1	1	1	6	8	1	1	2	1	1	1	

(A) Échantillons analysés à l'aide de la méthode MA.400-PFC 1.0 par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

(B) Le CEAEQ a procédé à des changements dans sa méthode d'analyse en avril 2023, ce qui a permis l'ajout de ces substances.

(C) Le changement dans la méthode analytique du CEAEQ en avril 2023 a modifié la limite de détection (LD) pour trois substances, soit le PFDS, le PFUdA et le FOUEA.

L-PFBS : Perfluoro-n-butane sulfonate; PFHxS : Perfluorohexanesulfonate; L-PFHpS : Perfluoro-1-heptane-sulfonate; PFOS : Perfluorooctane sulfonate; PFDS : Perfluorodécane sulfonate; PFBA : Acide perfluoro-n-butanoïque; PFPeA : Acide perfluoro-n-pentanoïque; PFHxA : Acide perfluoro-n-hexanoïque; PFHpA : Acide perfluoro-n-heptanoïque; PFOA : Acide perfluorooctanoïque; PFNA : Acide perfluorononanoïque; PFDA : Acide perfluorodécane sulfonate; 8:2FTS : 1H,1H,2H,2H-perfluorodécane sulfonate; PFDoA : Acide perfluoro-n-dodécanoïque; PFTrDA : Acide perfluoro-n-tridécanoïque; PFTeDA : Acide perfluoro-n-tétradécanoïque; L-PFPPrS : Perfluoro-1-propane sulfonate; L-PFPeS : Perfluoro-1-pentane sulfonate; L-PFNs : Perfluoro-1-nonane sulfonate; PFMPA : Acide perfluoro-3-méthoxypropanoïque; PFMBA : Acide perfluoro-4-méthoxybutanoïque; PFEESA : Acide perfluoro(2-éthoxyéthane)sulfonique; NFDHA : Acide nonafluoro-3,6-dioxaheptanoïque; HFPO-DA : Acide dimère d'oxyde d'hexafluoropropylène; ADONA : Acide 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoïque; 9Cl-PF3ONS : Acide 9-chlorohexanedécafluoro-3-oxanonane-1-sulfonique; 11Cl-PF3OUdS : Acide 11-chloroicosafuoro-3-oxaundécane-1-sulfonique; NMeFOSAA : Acide N-méthylperfluorooctane sulfonamidoacétique; NEtFOSAA : Acide N-éthylperfluorooctane sulfonamidoacétique; PFECHS : Perfluoro-4-éthylcyclohexane sulfonate.

ANNEXE 2 RECENSION DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

La méthodologie de recherche et de sélection de valeurs toxicologiques de référence (VTR) publiées par les organismes reconnus (18) de l'Équipe scientifique sur les risques toxicologiques et radiologiques de l'INSPQ a été suivie¹⁷. Cette approche vise à identifier plusieurs VTR établies par divers organismes reconnus, classées en sources dites primaires et secondaires¹⁸.

Brièvement, les sources primaires sont des organismes sanitaires de référence ayant détaillé une méthodologie reproductible d'élaboration des VTR, dont les documents qui les sous-tendent sont soumis à un processus de révision par les pairs ou par un comité d'experts. Ce sont des organismes internationaux ou nationaux. Quant aux sources secondaires, elles proviennent d'organismes nationaux ou régionaux (ex. province, État américain) qui disposent d'une méthodologie d'élaboration des VTR dont la description n'est pas aussi exhaustive que celle des sources primaires et pour laquelle les documents de soutien n'ont pas nécessairement été révisés par des pairs.

Tableau A2-1 Sources dites primaires de valeurs toxicologiques de référence (VTR)

Organisme	Source de VTR
Anses	Valeurs toxicologiques de référence (VTR) de l'Anses
Anses	Les avis et les rapports sur avis du comité d'experts spécialisé (CES) « Eaux »
ATSDR	Minimal risk levels for hazardous substances (MRL)
EFSA	Rapports scientifiques et opinions publiés dans la revue <i>EFSA Journal</i> ^B
OMS	<i>Drinking-water quality guidelines</i>
OMS/CICAD	Concise international chemical assessment documents (CICADs)
OMS/JECFA	Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)
OMS/JMPR	Inventory of evaluations performed by the Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR)
U.S. EPA	Integrated Risk Information System (IRIS)
U.S. EPA	Human health benchmarks for pesticides (HHBP)

Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (France); ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry; EFSA : European Food Safety Authority; OMS : Organisation mondiale de la Santé; U.S. EPA : United States Environmental Protection Agency.

¹⁷ La méthodologie détaillée est disponible sur demande.

¹⁸ Il faut noter que, par le passé, les VTR proposées par les organismes classés comme des sources primaires et secondaires ont régulièrement été utilisées par l'Équipe scientifique sur le risque toxicologique et radiologique en raison de la qualité des travaux de ces institutions.

Tableau A2-2 Sources dites secondaires de valeurs toxicologiques de référence (VTR)

Organisme	Source de VTR
MDH	Human health-based water guidance table
OEHHA	Toxicity criteria on chemicals evaluated by OEHHA
Santé Canada	Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – Documents techniques
Santé Canada (ARLA)	Projets de décision (PRD, PRVD, etc.)
TCEQ	Final development support documents (DSDs) – Effects screening levels (ESLs), inhalation reference values (ReVs) et inhalation unit risk factors (URFs)
U.S. EPA	Provisional peer-reviewed toxicity values (PPRTVs) assessments ^A

ARLA : Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire; MDH : Minnesota Department of Health; OEHHA : California Office of Environmental Health Hazard Assessment; TCEQ : Texas Commission on Environmental Quality.

^A Cette source est considérée comme secondaire en raison de sa nature « provisoire ».

En plus des sources indiquées dans le tableau A3-1 et A3-2, les VTR proposées par le *Drinking Water Health Advisories* de l'U.S. EPA ont été compilées (49,50). Suivant les critères décrits précédemment, les documents « finaux » ont été classés comme sources primaires tandis que les documents intérimaires ont été classés dans les sources secondaires.

ANNEXE 3 INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES

Tableau A3-1 Indices de risque (IR) en utilisant les valeurs toxicologiques de référence (VTR) les plus protectrices et les concentrations maximales mesurées dans le puit S-76 (fermé en décembre 2022)

Substance	Concentration (ng/L)	Organisme ayant publié la VTR	VTR (mg/kg/jour)	Indice de risque par classe d'âge			
				< 0,5 an	0,5 à < 5 ans	Femmes enceintes	Adulte (20 +) ^B
PFBA	64	U.S. EPA IRIS 2022	$1,0 \times 10^{-3}$	0,01	0,01	0,002	0,002
PFBS	10	MDH, 2022	$8,4 \times 10^{-5}$	0,02	0,01	0,004	0,003
PFHxA	110	MDH, 2021	$1,5 \times 10^{-4}$	0,11	0,07	0,02	0,02
PFPeA ^A	220	MDH, 2021	$1,5 \times 10^{-4}$	0,21	0,14	0,05	0,04
Approche additive des IR				0,34	0,22	0,08	0,06

^A La VTR la plus faible recensée pour le PFHxA a été utilisée pour le calcul des IR du PFPeA.

^B Le taux de consommation pour les adultes correspond à 0,026 (L/kg-jour) en utilisant la moyenne édictée dans les [Lignes directrices](#) (39) de 74,6 kg pour le poids et le 75^e centile pour la consommation hydrique de 1,907 L/jour.

Tableau A3-2 PFOA équivalents des concentrations maximales mesurées dans les puits actifs à La Baie en utilisant les facteurs d'équivalence toxique proposés par le RIVM (48)

Substance	Concentration maximale (ng/L)	Facteurs d'équivalence toxique	PFOA-équivalent
PFBA	30	0,05	1,5
PFBS	9	0,001	0,01
PFHxA	59	0,01	0,6
PFPeA	97	0,01 - 0,05	1,0 - 4,9
PFHxS	2	0,6	1,2
PFHpA	1	0,01 - 1	0,01 - 1
Somme			4,3 - 9,1

