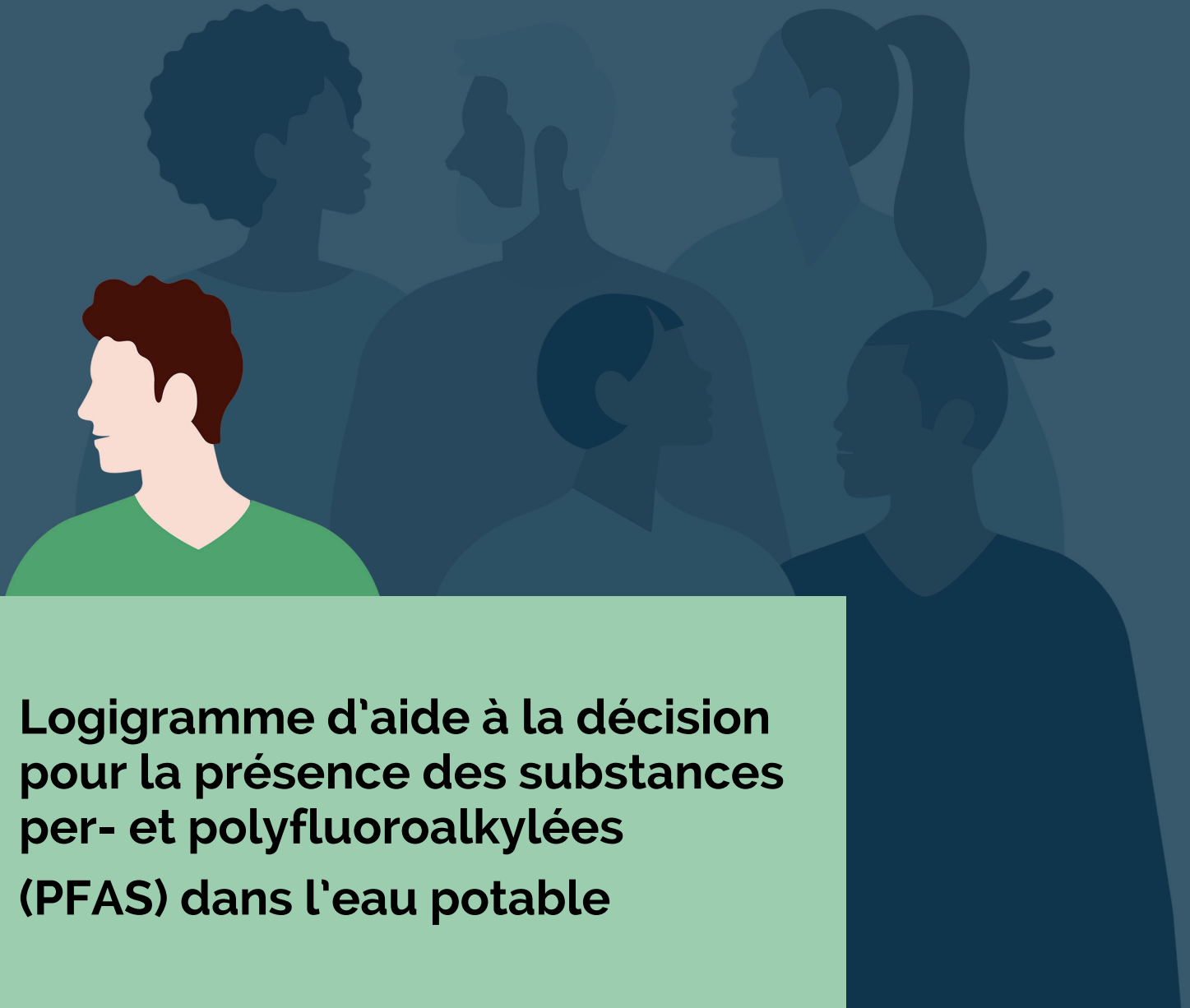




Logigramme d'aide à la décision pour la présence des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) dans l'eau potable

TRANSFERT DES CONNAISSANCES

SEPTEMBRE 2023

DOCUMENT DE SOUTIEN

AUTRICES ET AUTEUR

Gabriela Ponce, conseillère scientifique
Marie-Hélène Bourgault, conseillère scientifique
Michelle Gagné, conseillère scientifique
Daria Pereg, conseillère scientifique spécialisée
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
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

COLLABORATION

Caroline Huot, médecin spécialiste
Vicky Huppé, conseillère scientifique
Stéphane Perron, médecin spécialiste
Julien Tétreault-Michaud, médecin résident en santé publique et médecine préventive
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Geneviève Grenier, conseillère scientifique
Secrétariat général

RÉVISION

Patrick Levallois, médecin spécialiste
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Marc-André Verner, professeur agrégé
École de santé publique de l'Université de Montréal

Les réviseurs ont été conviés 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 réviseurs 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 : 978-2-550-95980-9 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2023)

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Sonia Boivin de la Direction régionale de santé publique de l'Estrie, Nathalie Brault de la Direction régionale de santé publique de la Montérégie, Julie Brodeur de la Direction régionale de santé publique de Montréal, ainsi que Géraldine Patey, conseillère scientifique spécialisée de l'Institut national de santé publique du Québec, pour leurs commentaires et suggestions pertinentes.

AVANT-PROPOS

Au Québec, la présence de substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS) dans l'eau potable ne fait pas l'objet d'une norme. Plusieurs organismes ont publié une diversité de valeurs guides pour soutenir l'évaluation et la gestion des risques à la santé associés à ces contaminants. Dans ce contexte, identifier les situations où il serait souhaitable de structurer les actions de santé publique lorsqu'il y a présence de PFAS dans l'eau potable s'avère complexe. Le *Logigramme PFAS* a été développé pour répondre à cet enjeu. Il s'adresse principalement aux intervenants des organisations de santé publique (directions régionales de santé publique, ministère de la Santé et des Services sociaux et Institut national de santé publique du Québec) qui pourraient être confrontés à des situations de contamination de l'eau aux PFAS. Il pourrait également être utilisé par d'autres parties prenantes concernées dans l'évaluation et la gestion de ces problématiques. Il s'inscrit dans le [*Cadre de référence en gestion des risques en santé publique*](#) (1) et s'inspire également de [*l'Outil d'aide à la décision lors de dépassement de normes ou de contaminations chimiques dans l'eau potable*](#) (2).

Une première version du logigramme a été élaborée en réponse à un cas spécifique de contamination de l'eau potable par des PFAS. Une version a été peaufinée à la suite d'échanges et de discussions avec plusieurs directions régionales de santé publique, le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs ainsi qu'un comité d'experts sur les risques chimiques de l'eau, le CERCEau. Cette version est applicable lors de la prise en charge initiale de diverses situations et s'intègre à des ouvrages existants. Le *Logigramme PFAS* a été élaboré sur la base des connaissances disponibles au moment de la rédaction. Ces connaissances évoluent rapidement, tout comme les règlements, les politiques et les recommandations des organismes sanitaires reconnus qui les concernent.

Pour en savoir davantage sur les PFAS, [une page Web de l'INSPQ](#) 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. Cette page contient de l'information complémentaire et utile pour comprendre le *Logigramme PFAS*.

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	IV
1 MISE EN CONTEXTE	1
2 BASES SCIENTIFIQUES DU LOGIGRAMME.....	3
3 LOGIGRAMME D'AIDE À LA DÉCISION POUR LES PFAS	4
3.1 Contexte et portée du logigramme.....	4
3.2 Présentation du logigramme	5
3.3 Forces et limites du logigramme proposé.....	9
4 CONCLUSION.....	11
RÉFÉRENCES.....	12
ANNEXE 1 RECENSION DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE ET DES VALEURS GUIDES	14
ANNEXE 2 PROCESSUS DU <i>CADRE DE RÉFÉRENCE</i> POUR LA GESTION DES RISQUES EN SANTÉ PUBLIQUE	17
ANNEXE 3 DÉRIVATION DES VALEURS GUIDES SANITAIRES POUR LE LOGIGRAMME	18

GLOSSAIRE

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 (2).

Exposition sous-chronique : durée d'exposition à un contaminant allant de 30 jours à 10 % d'une vie (< 7 ans par défaut) (2).

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** (9).

Valeur guide : concentration d'un contaminant chimique dans un milieu environnemental établie par un organisme sanitaire ou réglementaire reconnu. La valeur guide peut être basée uniquement sur des considérations sanitaires (soit une **valeur guide sanitaire**) ou une **valeur guide de gestion** (2).

Valeur guide de gestion : concentration d'un contaminant dans un milieu environnemental établie par un organisme sanitaire ou réglementaire qui n'est pas nécessairement basé 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 à la concentration de référence. En revanche, s'il s'agit d'effets sans seuil, la valeur correspond au risque unitaire (9).

1 MISE EN CONTEXTE

Les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (SPFA ou PFAS) forment une famille chimique complexe regroupant des milliers de composés organiques fluorés¹. Les PFAS proviennent exclusivement de l'activité humaine et sont utilisées dans une grande variété de produits de consommation et de procédés industriels. Elles sont très persistantes et omniprésentes dans l'environnement, souvent sous forme de mélange variable comprenant plusieurs composés. Compte tenu des effets toxiques qui ont été associés à certaines PFAS et des incertitudes actuelles concernant les niveaux d'exposition présentant un risque pour la santé humaine, plusieurs initiatives internationales visent l'interdiction ou la restriction d'utilisation de ces substances pour diminuer l'exposition de la population. De plus, certaines contaminations locales ou ponctuelles peuvent s'ajouter à cette pollution diffuse par les PFAS et atteindre les eaux souterraines et de surface servant d'alimentation en eau potable. Dans certains de ces cas, selon l'ampleur de la contamination, l'eau potable peut représenter une source d'exposition non négligeable par rapport à l'alimentation.

Au Québec, il n'existe actuellement aucune norme qui réglemente la présence de PFAS dans l'eau. Toutefois, un nombre grandissant d'organisations et de juridictions sanitaires à travers le monde propose des **valeurs guides**² pour les PFAS, certaines basées uniquement sur la santé (**valeurs guides sanitaires**) et d'autres prenant en considération diverses contraintes d'application (**valeurs guides de gestion**). Des valeurs guides sont déterminées pour certaines PFAS individuelles et d'autres pour des groupes comprenant des nombres variables de PFAS. Une attention accrue a été portée à la présence des PFAS dans l'eau potable récemment, à la lumière de l'abaissement important de valeurs guides proposées par certains organismes sanitaires. En effet, des études portent à croire que la toxicité des PFAS peut se manifester chez l'humain à des doses similaires à celles découlant de certaines expositions environnementales, lesquelles étaient auparavant considérées sans effets notables. Par exemple, des organismes gouvernementaux ont récemment utilisé les données épidémiologiques concernant les effets sur le système immunitaire pour déterminer des **valeurs toxicologiques de référence** et des **valeurs guides sanitaires** pour l'eau potable (4,5). Ces valeurs sont en général très faibles et changent l'interprétation du risque concernant l'exposition aux PFAS présentes dans l'eau potable par rapport à ce qui était généralement assumé très récemment. Enfin, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et Santé Canada recommandent de maintenir les concentrations dans l'eau potable « au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre » (6,7).

¹ Selon la définition de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (3), la caractéristique commune des PFAS est d'être formée d'une chaîne de carbone contenant au moins un groupement fluoré, soit méthyl ou méthylène, saturé et complètement fluoré. À ce squelette fluorocarboné peuvent s'ajouter différents groupes fonctionnels qui confèrent à ces molécules des propriétés physiques, chimiques et toxicologiques distinctes.

² Les termes soulignés dans le texte sont définis dans le [glossaire](#) au début du présent document (p. IV).

Aussi, le manque de données sur la toxicité de nombreux composés, la présence des mélanges de composition variable ainsi que l'évolution rapide des connaissances scientifiques sur le sujet s'ajoutent à la complexité du contexte décrit ci-dessus. C'est pourquoi les intervenants font face à de nombreux défis dans l'évaluation et la gestion des risques découlant de la présence de PFAS dans l'eau potable. **Le logigramme d'aide à la décision présenté ici est un outil conçu pour accompagner la prise en charge initiale d'une telle situation avec l'objectif d'identifier rapidement des situations où il est souhaitable de structurer des actions de santé publique. Il propose des balises à la fois pour des expositions chroniques et sous-chroniques ainsi que pour quelques PFAS individuelles et pour la somme des PFAS.**

Dans tous les cas, les décisions concernant la gestion des risques sanitaires liée à la contamination de l'eau potable par les PFAS devraient être examinées avec attention, de concert avec les parties prenantes impliquées et en tenant compte des risques appréhendés et des particularités de chaque problématique identifiée. Les enjeux communicationnels et éthiques entourant les risques devraient également être considérés par les autorités responsables.

Ce document présente d'abord les bases scientifiques sur lesquelles s'appuie le *Logigramme PFAS*. Il décrit ensuite le logigramme, tant dans sa structure que dans le contexte des documents existants de gestion de risque au Québec dans lesquels il s'inscrit. Enfin, le document présente les forces et les limites du logigramme, avant de conclure succinctement sur sa portée d'application.

2 BASES SCIENTIFIQUES DU LOGIGRAMME

Le *Logigramme PFAS* repose à la fois sur des considérations relatives à l'exposition sous-chronique et à l'exposition chronique. Des critères sont proposés pour ces deux durées d'exposition et comprennent, pour chacune, une valeur guide de gestion qui s'applique à la somme des PFAS totales et des valeurs guides pour des substances individuelles (soit des valeurs guides sanitaires ou des valeurs guides de gestion).

L'objectif de la valeur guide de gestion pour la somme des PFAS totales est de fournir une balise qui prend en considération la présence des mélanges ainsi que les PFAS émergentes pour lesquelles aucune valeur toxicologique de référence de confiance n'est actuellement disponible. Certaines valeurs guides de gestion sont également proposées comme critères dans le logigramme pour des substances individuelles (plus de détails dans la [section 3.2](#)). Les valeurs guides de gestion retenues s'appuient principalement sur les recommandations actuelles d'organismes reconnus.

Également, des valeurs guides sanitaires pour des substances individuelles ont été développées par l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) pour les substances ayant une valeur toxicologique de référence de confiance³ disponible afin de prendre en compte les connaissances toxicologiques jugées les plus robustes. Les valeurs guides sanitaires ont été déterminées en utilisant la [Méthodologie d'élaboration de valeurs guides sanitaires chroniques pour les contaminants chimiques de l'eau potable](#) (9). Pour les critères sous-chroniques et chroniques, les valeurs guides sanitaires pour les PFAS individuelles retenues dans le logigramme sont uniquement celles inférieures au critère applicable à la somme de PFAS afin d'éviter une redondance dans les balises proposées.

Les critères utilisés dans le logigramme ont été proposés à la suite d'une recension des valeurs guides provenant des organismes ou juridictions aux États-Unis, au Canada et en Europe. En outre, une compilation des valeurs toxicologiques de référence par voie d'ingestion dérivées par des organismes sanitaires reconnus a été réalisée pour l'ensemble des PFAS suivant la *Méthodologie de recherche et de sélection de valeurs toxicologiques de référence publiées par les organismes reconnus* (8) de l'Équipe scientifique sur les risques toxicologiques et radiologiques⁴ de l'INSPQ. Plus de détails pour ces recensions sont fournis dans l'[annexe 1](#).

³ L'évaluation du degré de confiance des valeurs toxicologiques de référence (VTR) consiste à analyser les informations compilées sur les VTR proposées par des organismes reconnus. Cette évaluation repose sur le jugement professionnel en utilisant certaines balises comme repères, notamment la transparence et la cohérence de la méthodologie employée pour la détermination de la VTR. Plus de détails sur ce processus se trouvent dans la *Méthodologie de recherche et de sélection de valeurs toxicologiques de référence publiées par les organismes reconnus* (8) et la [Méthodologie d'élaboration de valeurs guides sanitaires chroniques pour les contaminants chimiques de l'eau potable](#) (9).

⁴ Le document détaillant la méthodologie est disponible sur demande.

3 LOGIGRAMME D'AIDE À LA DÉCISION POUR LES PFAS

3.1 Contexte et portée du logigramme

Compte tenu de l'absence de norme québécoise et de la diversité de valeurs guides disponibles, le *Logigramme PFAS* offre une démarche d'évaluation rapide du risque lors de la prise en charge initiale de situations de contaminations de l'eau potable par des PFAS. Ainsi, son application permet d'identifier rapidement des situations où il serait pertinent d'approfondir l'évaluation du risque afin de soutenir le processus menant à l'analyse des différentes options de gestion prévue dans l'ouvrage [La gestion des risques en santé publique : cadre de référence](#) (1), ci-après nommé *Cadre de référence*.

Plus précisément, le *Logigramme PFAS* s'inscrit essentiellement dans la **Phase 2 : Évaluation et caractérisation** du risque du processus décrit dans le *Cadre de référence* (1). L'évaluation prévue à cette phase vise à estimer le risque pour la santé des populations exposées. Quant à la caractérisation, elle consiste à interpréter le niveau de risque en se basant sur le jugement professionnel. Normalement, cette phase d'évaluation et de caractérisation du risque suit la **Phase 1 : Cadrage et planification** et mène vers la **Phase 3 : Acceptabilité des risques et propositions des options de gestion** ⁵ et la **Phase 4 : Décision, mise en œuvre et suivi des interventions** (voir la figure A2-1 de l'[annexe 2](#) illustrant le processus du *Cadre de référence*).

Selon le *Cadre de référence*, d'autres documents spécifiques au domaine de la santé environnementale peuvent s'appliquer pour évaluer et caractériser certains risques particuliers. Ainsi, le *Logigramme PFAS* s'inspire également de la démarche développée lors de l'élaboration de l'[Outil d'aide à la décision lors de dépassement de normes ou de contaminations chimiques dans l'eau potable](#) (2), ci-après nommé *Outil d'aide à la décision*. Bien que cet ouvrage ait été développé avant la publication du *Cadre de référence*, plusieurs étapes demeurent pertinentes dans le contexte du logigramme. En effet, ce dernier **s'inscrit à l'Étape 3 : Estimation des risques**. Cela implique qu'il y a des étapes précédentes à l'application du logigramme proposé dans ce document, soit l'**Étape 1 : Confirmation du résultat** ⁶ et l'**Étape 2 : Documentation de la situation de contamination et sur le contaminant** ⁷.

⁵ Selon le *Cadre de référence*, les options de gestion peuvent inclure, par exemple, le maintien du statu quo responsable, la surveillance environnementale, l'information de la population concernée sur des mesures à prendre pour protéger la santé, la réduction de l'exposition par des mesures collectives ou individuelles (1).

⁶ L'**Étape 1 : Confirmation du résultat** consiste à s'assurer de la validité du résultat obtenu et de la représentativité de l'échantillon. Selon le type de réseau et si jugé nécessaire, un deuxième échantillon pour confirmer le résultat pourrait être demandé. Les échantillons devraient idéalement être représentatifs de l'exposition de la population, mais une faible représentativité pourrait être jugée valide (par exemple, des données reflétant une exposition plus élevée pourraient être utilisées avant l'acquisition de données plus complètes; voir note 8 en complément).

⁷ L'**Étape 2 (A : Documentation de la situation de contamination et B : Documentation sur le contaminant)** consiste à caractériser davantage la problématique de contamination de l'eau potable, en documentant la toxicité du contaminant en cause et la contamination elle-même (source, étendue, etc.).

Il est à noter que l'*Étape 2* pourrait se réaliser parallèlement à l'étape d'estimation des risques⁸. Le *Cadre de référence* et l'*Outil d'aide à la décision* proposent des démarches génériques, tout en permettant d'intégrer les particularités locales et régionales.

Un autre des atouts du *Logigramme PFAS* est de guider le jugement professionnel sur la temporalité des interventions, en permettant de départager les situations où un risque découlant d'une exposition sous-chronique pourrait être présent de celles qui pourraient comporter un risque associé à une exposition à plus long terme (exposition chronique).

3.2 Présentation du logigramme

La figure suivante (p. 6) présente le logigramme d'aide à la décision dans les cas de contamination de l'eau potable par des PFAS. Il est structuré suivant une séquence de nœuds décisionnels alimentés par deux types de critères reflétant d'abord les considérations sous-chroniques, puis chroniques.

Les critères sous-chroniques comprennent :

- a) Une valeur guide pour la somme des PFAS totales (100 ng/L);
- b) Une autre pour le PFHxS (28 ng/L);
- c) Un ratio de risque combiné inférieur à 1 pour trois substances, soit le PFOS, le PFOA et le PFNA⁹.

En ce qui concerne les critères chroniques, ils correspondent tous à des valeurs guides :

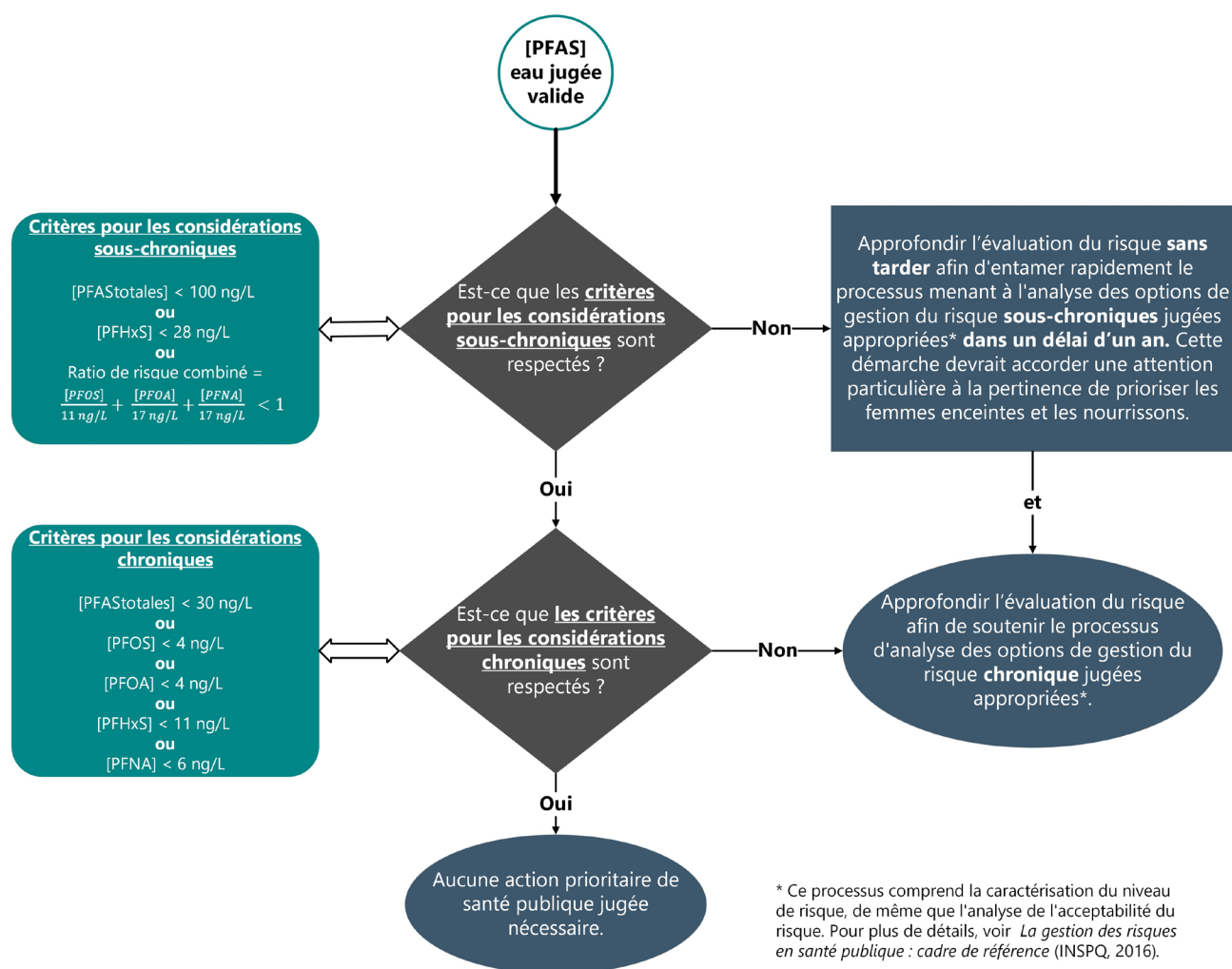
- a) Une pour un groupe de PFAS, soit la somme des PFAS totales (30 ng/L);
- b) Quatre pour des substances individuelles, soit le PFOS (4 ng/L), le PFOA (4 ng/L), le PFHxS (11 ng/L) et le PFNA (6 ng/L).

Plus de détails sur ces critères se trouvent plus bas dans cette section ainsi que dans l'[annexe 3](#).

⁸ L'*Étape 2B: Documentation sur le contaminant* a été réalisée sur la base des connaissances scientifiques disponibles au moment de la rédaction. Celle-ci a permis de déterminer les critères retenus dans le logigramme. La connaissance de la source de contamination est parfois nécessaire pour identifier les options de gestion les plus efficaces et réalistes, mais l'étape visant à documenter la situation de contamination (*Étape 2A*) peut s'avérer complexe, parfois coûteuse. Cependant, elle ne devrait pas être un frein à l'évaluation et à la gestion du risque. Selon le jugement professionnel, il est donc possible que des actions puissent être mises en œuvre initialement sur la base de résultats jugés valides, même incomplets, et que les options de gestion à caractère plus durable soient analysées sur la base de résultats complémentaires obtenus ultérieurement.

⁹ Le ratio de risque combiné est calculé en divisant la concentration dans l'eau potable avec la valeur guide sanitaire proposée pour chacune de ces trois substances (soit 11 ng/L pour le PFOS et 17 ng/L pour le PFOA et le PFNA).

Figure 1 Logigramme d'aide à la décision dans les cas de contamination de l'eau potable par des PFAS



Le premier nœud décisionnel vise à comparer les concentrations en PFAS dans l'eau potable jugées valides aux critères d'exposition sous-chronique. Lorsqu'un ou plusieurs critères sous-chroniques ne sont pas respectés, l'évaluation du risque devrait être raffinée sans tarder afin d'enclencher rapidement le processus menant vers l'analyse des options de gestion¹⁰ du risque sous-chroniques jugées appropriées. Le cas échéant, un délai d'un an est prévu pour l'analyse et la mise en œuvre de ces options. Cette durée est adéquate dans l'éventualité où il serait convenu de réduire à court terme l'exposition de la population concernée aux PFAS par l'eau potable. La démarche devrait notamment porter sur la pertinence de cibler prioritairement les femmes enceintes et les nourrissons, en particulier si les critères pour les PFAS individuelles (en

¹⁰ 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.

incluant le ratio de risque combiné) ne sont pas respectés¹¹ ou si l'évaluation approfondie des risques en fait ressortir l'importance. Dans le cas où ces sous-groupes de la population seraient priorités, l'objectif poursuivi est de réduire à court terme tout apport par l'eau potable qui s'ajouterait à l'exposition inévitable de l'enfant à naître et du nourrisson attribuable à la charge corporelle accumulée par la mère au cours de sa vie avant la grossesse¹². Une évaluation des options de gestion de risque à plus long terme devrait suivre ces premières actions pour limiter l'exposition chronique de l'ensemble de la population desservie. Ultimement, l'objectif devrait être le respect, à terme, des critères chroniques.

Lorsque les critères sous-chroniques sont respectés, les concentrations dans l'eau potable sont comparées aux critères chroniques, qui constituent le deuxième nœud décisionnel du logigramme. Si un ou plusieurs de ces critères ne sont pas respectés, l'évaluation du risque devra être approfondie afin de soutenir le processus d'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 concernées par la décision à prendre. De plus, elle doit prendre en considération un ensemble de dimensions qui influencent le risque sanitaire et sa gestion et qui dépassent la seule contamination de l'eau potable.

Enfin, l'évaluation approfondie du risque peut porter autant sur le raffinement de l'estimation de l'exposition que celui de l'estimation du risque; le *Cadre de référence* ainsi que l'*Outil d'aide à la décision* peuvent guider les intervenants ou les autorités responsables à cet effet.

Critères sous-chroniques

Les critères sous-chroniques comprennent une valeur guide de gestion pour la somme des PFAS totales ainsi que quatre valeurs guides sanitaires développées pour quatre PFAS dont la toxicité a été le mieux caractérisée. La valeur guide de gestion est fixée à 100 ng/L pour la somme de PFAS totales¹³ et s'appuie sur la valeur proposée par l'Union européenne pour la somme de 20 PFAS dans sa directive pour l'eau potable (13). À cette concentration, l'apport de l'eau

¹¹ Ceci afin de diminuer le risque d'effet à la santé sur la base desquels les critères sous-chroniques sont dérivés pour des PFAS individuelles (voir sous-section suivante et l'[annexe 3](#)).

¹² À noter que les femmes allaitantes ne font pas partie de cette liste, car les molécules généralement susceptibles de s'accumuler dans le lait maternel le sont essentiellement en raison de la charge corporelle accumulée par la mère (10–12), et beaucoup moins en raison de l'exposition récente de la mère par la consommation d'eau potable. Dans ce cas, cibler les femmes allaitantes n'aurait vraisemblablement que peu d'impact sur l'exposition de l'enfant allaité. De plus, les nombreux bienfaits de l'allaitement pour la santé du bébé et de la mère sont connus et démontrés. Conséquemment, il demeure recommandé pour les mères qui allaitent et celles qui prévoient de le faire de poursuivre dans cette voie.

¹³ La valeur de 100 ng/L est applicable pour la somme de PFAS suivant une méthode d'analyse certifiée et standardisée, comme celle du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) ou les méthodes 533 et 537.1 de la U.S. EPA.

potable serait entre 41 et 73 %¹⁴ en comparaison à l'apport alimentaire moyen, selon les groupes d'âge concernés.

Par ailleurs, certaines situations où les concentrations de PFAS totales n'atteignent pas la valeur de 100 ng/L pourraient quand même présenter un risque associé à une durée d'exposition sous-chronique lorsque, par exemple, le mélange de PFAS est dominé par certaines substances individuelles présentant une toxicité à des concentrations moindres. Sur la base de la disponibilité d'une valeur toxicologique de référence jugée de confiance¹⁵ et dont la valeur guide sanitaire dérivée à partir de cette valeur toxicologique de référence est inférieure à 100 ng/L, certaines substances ont été identifiées et intégrées au logigramme. Ainsi, le critère retenu pour le PFHxS est de 28 ng/L. Il s'agit d'une valeur guide sanitaire sous-chronique dérivée par l'INSPQ pour des effets endocriniens susceptibles d'affecter l'ensemble de la population. Pour le PFOS, le PFOA et le PFNA, les effets attendus ciblent le développement de l'enfant à naître dus à une exposition prénatale. Pour tenir compte de l'additivité potentielle des effets, le critère proposé pour ces trois substances est exprimé sous la forme d'un indice de risque combiné, puisqu'elles ciblent toutes un effet développemental. L'indice de risque combiné correspond à la somme des ratios entre la concentration de chacune des substances et la valeur guide sanitaire dérivée correspondante (soit 11 ng/L pour le PFOS et 17 ng/L pour le PFOA et le PFNA). Cet indice de risque combiné doit être inférieur à 1. Plus de détails sur ces valeurs guides sanitaires dérivées par l'INSPQ pour le *Logigramme PFAS* se trouvent dans [l'annexe 3](#).

Critères chroniques

Les critères chroniques comprennent une valeur guide de gestion applicable à la somme des PFAS totales qui est fixée à 30 ng/L, soit l'objectif de Santé Canada¹⁶ (4). À cette concentration, l'apport de l'eau potable se traduirait en une exposition correspondant à entre 12 et 22 %¹⁷, selon les groupes d'âge concernés, de l'apport alimentaire moyen en PFAS totales¹⁸. Par ailleurs, pour certaines PFAS individuelles dont les effets toxiques sont mieux caractérisés, il apparaît pertinent de déterminer également des valeurs guides. Selon leurs concentrations relatives dans certains mélanges, la somme de PFAS pourrait demeurer inférieure à 30 ng/L, mais inclure une seule substance dont la concentration dépasserait sa valeur guide individuelle, ce qui devrait

¹⁴ Selon une analyse préliminaire en se basant sur les taux de consommation d'eau potable pour les divers groupes d'âge édictés dans la [Méthodologie d'élaboration de valeurs guides sanitaires chroniques pour les contaminants chimiques de l'eau potable de l'INSPQ](#) (9) 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 (4).

¹⁵ Voir la note de bas de page numéro 3.

¹⁶ Au moment de la rédaction de ce document, l'objectif de Santé Canada était en cours d'une consultation publique (7).

¹⁷ La distribution des concentrations retrouvées dans 463 échantillons d'eau potable colligés dans 376 municipalités au Québec par l'étude de Munoz *et al.* (14) correspond à une moyenne de 4,8 ng/L, une médiane de 2 ng/L et un 95^e centile de 13 ng/L. L'exposition découlant de la consommation de l'eau potable présentant une concentration correspondant à ce 95^e centile représenterait entre 5 et 9 % de l'exposition résultant de l'alimentation en général.

¹⁸ Voir la note de bas de page numéro 14.

être évité. Une valeur guide de gestion pour le PFOS et une pour le PFOA ainsi qu'une valeur guide sanitaire pour le PFHxS et une pour le PFNA sont ainsi proposées.

Les valeurs toxicologiques de référence plus récentes pour le PFOS et le PFOA s'appuient sur les effets sur le système immunitaire¹⁹ et résultent en des valeurs guides sanitaires extrêmement faibles²⁰, parfois inférieures à certaines limites de détection analytiques (4,5). Dans la perspective de priorisation des interventions visée par l'*Outil d'aide à la décision*, de telles valeurs sont pratiquement inapplicables, puisqu'elles mèneraient à des interventions sur l'eau potable dès la détection de concentrations mesurables de PFOS et de PFOA. Pour ces deux substances, le choix s'est donc porté sur une valeur guide de gestion de 4 ng/L, provenant de la proposition de la U.S. EPA (15) qui prend notamment en considération les limites de détection analytiques. De plus, cette concentration correspondrait à une proportion des apports alimentaires attendus comprise entre 36 et 79 % pour le PFOA et entre 11 et 15 % pour le PFOS²¹.

Les deux valeurs guides sanitaires pour le PFHxS et le PFNA ont été dérivées en ajustant les valeurs toxicologiques de référence sous-chroniques utilisées précédemment pour une durée d'exposition chronique par l'ajout d'un facteur d'incertitude appropriée, en fonction de l'effet critique. Ces valeurs retenues comme critères pour le présent logigramme correspondent à 11 ng/L pour le PFHxS et à 6 ng/L pour le PFNA. Plus de détails sur ces valeurs guides sanitaires chroniques dérivées par l'INSPQ pour le *Logigramme PFAS* se trouvent dans l'[annexe 3](#).

3.3 Forces et limites du logigramme proposé

Un atout du *Logigramme PFAS* repose sur son utilisation relativement simple qui permet d'identifier les situations où une évaluation du risque sanitaire plus exhaustive serait pertinente. Ceci contribue à fournir des réponses rapides aux intervenants de santé publique et à ainsi les guider dans le processus menant vers l'analyse des options pour gérer les risques sous-chroniques ou chroniques potentiels. À ce titre, il constitue un outil applicable lors de la prise en charge initiale d'une situation de contamination de l'eau potable par les PFAS. Le logigramme s'inscrit également dans le contexte des outils déjà en usage dans le réseau des intervenants de santé publique au Québec et son implémentation s'en trouve facilitée.

Le logigramme ne propose pas d'options de gestion différentes selon le profil de contamination ou les différentes situations rencontrées. L'analyse des différentes options de gestion est confiée aux autorités responsables (voir le *Cadre de référence*). Toutefois, il importe de souligner que le retrait des PFAS de l'eau potable présente des défis importants et que les options de gestion

¹⁹ Quelques études épidémiologiques ont montré une diminution du niveau d'anticorps et d'autres marqueurs de l'immunité postvaccinale chez les enfants exposés aux PFOA et aux PFOS. Pour plus de renseignements, voir la [page Web de l'INSPQ](#) sur les PFAS.

²⁰ Par exemple, le *Health Advisory* de l'U.S. EPA a proposé des valeurs guides sanitaires de 0,02 ng/L pour le PFOS et 0,004 ng/L pour le PFOA en utilisant des valeurs toxicologiques de référence de $7,9 \times 10^{-9}$ mg/kg/jour et de $1,5 \times 10^{-9}$ mg/kg/jour respectivement (5). Il est à noter que ces valeurs sont provisoires; elles sont donc en cours de révision.

²¹ Voir la note de bas de page numéro 14.

pour ce type de contamination comportent un niveau de complexité élevé. Les technologies de traitement appropriées pour le retrait des PFAS sont coûteuses, parfois difficiles à mettre en place et varient en efficacité selon la nature de la contamination visée (7). De plus, le traitement efficace de l'eau implique de concentrer les résidus de PFAS dans des matrices qui doivent être gérées adéquatement pour éviter de recontaminer l'environnement lors de la disposition de ces matrices. Par ailleurs, les traitements au point d'usage sont à la charge des individus et ne représentent pas toujours des solutions efficaces et équitables. Quant aux sources d'eau alternatives, elles peuvent être difficiles à trouver et présenter leurs propres défis logistiques. Par ailleurs, l'eau embouteillée apporte un lot supplémentaire de déchets, difficilement justifiable dans une perspective de développement durable, sans nécessairement être exempte de contamination. Comme mentionné dans l'avant-propos, ce logigramme s'inscrit dans l'évolution rapide des nouvelles connaissances scientifiques et des considérations additionnelles de gestion. Les critères pourraient être adaptés ou d'autres substances ajoutées en fonction de ces développements. Il est important de souligner que la sélection des critères a été réalisée en suivant une approche simplifiée afin d'outiller rapidement les intervenants. De plus, une limite du logigramme est inhérente à tout processus d'évaluation de risque toxicologique, à savoir les incertitudes qui teintent le choix des effets critiques et de la dérivation des valeurs toxicologiques de référence et des valeurs guides. Enfin, les incertitudes propres à l'évaluation d'un mélange de substances, alors que toutes les composantes n'ont pas nécessairement les mêmes propriétés physico-chimiques ni de toxicité, s'appliquent bien au cas des PFAS.

Enfin, l'application du logigramme repose sur la prémisse que les données de concentrations de PFAS qui en font l'objet sont valides. Toutefois, obtenir de telles données peut s'avérer complexe dans les situations où la caractérisation de la contamination est incertaine (contamination diffuse, variable dans le temps, ayant débuté à un moment inconnu, source non identifiée ou sources multiples, enjeux analytiques pour la caractérisation, etc.). Puisque le *Logigramme PFAS* s'articule autour d'une évaluation rapide du risque, le recours initial à des données reflétant une exposition élevée est adéquat en l'absence immédiate de données représentatives de la population.

4 CONCLUSION

Le présent document tire sa raison d'être de la complexité entourant l'évaluation et la gestion du risque sanitaire liées à la présence de PFAS dans l'eau potable. Il vise à outiller les intervenants de santé publique lors de la prise en charge initiale de ce type de situation. Plus spécifiquement, le *Logigramme PFAS* propose une démarche rapide d'évaluation du risque à l'aide de balises génériques basées sur l'exposition sous-chronique et chronique des populations. Le dépassement de ces balises pointe vers la pertinence d'une évaluation du risque plus approfondie afin de soutenir le processus d'analyse des options de gestion du risque. Enfin, le *Logigramme PFAS* appuie le jugement professionnel des intervenants de santé publique; il constitue donc un complément à d'autres ouvrages ou outils mis à leur disposition en lien avec la contamination chimique de l'eau potable.

RÉFÉRENCES

1. 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>
2. 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
3. OECD. Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl Substances: Recommendations and Practical Guidance. Paris : Organisation for Economic Co-operation and Development; 2021 p. 45. Rapport no 61.
4. 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>
5. 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>
6. 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>
7. 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>
8. 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.
9. 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>
10. LaKind JS, Naiman J, Verner MA, Lévesque L, Fenton S. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in breast milk and infant formula: A global issue. Environmental Research. 15 févr 2023;219:115042.
11. INSPQ. Évaluation de l'exposition de l'enfant aux substances toxiques indésirables par l'intermédiaire de l'allaitement maternel: facteurs à considérer [En ligne]. Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique Québec; 2013. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/es/node/3860>

12. Lehmann GM, Verner MA, Luukinen B, Henning C, Assimon SA, LaKind JS, et al. Improving the risk assessment of lipophilic persistent environmental chemicals in breast milk. *Crit Rev Toxicol*. août 2014;44(7):600-17.
13. 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>
14. 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.
15. 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>
16. 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>
17. Cordner A, De La Rosa VY, Schaider LA, Rudel RA, Richter L, Brown P. Guideline levels for PFOA and PFOS in drinking water: the role of scientific uncertainty, risk assessment decisions, and social factors. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. Nature Publishing Group; mars 2019;29(2):157-71.
18. Post GB. Recent US State and Federal Drinking Water Guidelines for Per- and Polyfluoroalkyl Substances. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2021;40(3):550-63.
19. Teymoorian T, Munoz G, Vo Duy S, Liu J, Sauvé S. Tracking PFAS in Drinking Water: A Review of Analytical Methods and Worldwide Occurrence Trends in Tap Water and Bottled Water. *ACS ES&T Water*. ACS Publications; 2023;3(2):246-61.
20. ATSDR. Toxicological profile for perfluoroalkyls [En ligne]. Agency for Toxic Substances & Disease Registry; 2021. Disponible : <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=1117&tid=237>
21. Koskela A, Finnilä MA, Korkalainen M, Spulber S, Koponen J, Håkansson H, et al. Effects of developmental exposure to perfluorooctanoic acid (PFOA) on long bone morphology and bone cell differentiation. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 15 juin 2016;301:14-21.
22. Luebker DJ, Case MT, York RG, Moore JA, Hansen KJ, Butenhoff JL. Two-generation reproduction and cross-foster studies of perfluorooctanesulfonate (PFOS) in rats. *Toxicology*. 5 nov 2005;215(1):126-48.
23. Butenhoff JL, Chang SC, Ehresman DJ, York RG. Evaluation of potential reproductive and developmental toxicity of potassium perfluorohexanesulfonate in Sprague Dawley rats. *Reproductive Toxicology*. 1 juin 2009;27(3):331-41.
24. Das KP, Grey BE, Rosen MB, Wood CR, Tatum-Gibbs KR, Zehr RD, et al. Developmental toxicity of perfluorononanoic acid in mice. *Reproductive Toxicology*. 1 janv 2015;51:133-44.

ANNEXE 1 RECENSION DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE ET DES VALEURS GUIDES

RECENSION DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

La méthodologie de recherche et de sélection de valeurs toxicologiques de référence (VTR) publiées par les organismes reconnus (8) de l'Équipe scientifique sur les risques toxicologiques et radiologiques de l'INSPQ a été suivie²². Cette approche vise à identifier plusieurs VTR établies par divers organismes reconnus, classées en sources dites primaires et secondaires²³.

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.

En plus des sources indiquées dans le tableau A1-1 et A1-2 (p. 15), les VTR proposées par le *Drinking Water Health Advisories* de l'U.S. EPA ont été compilées (5,16). 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. **La compilation des VTR concernant les PFAS a été réalisée entre la fin janvier et la mi-février 2023.**

²² La méthodologie détaillée est disponible sur demande.

²³ 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 les risques toxicologiques et radiologiques (ESRTR) en raison de la qualité des travaux de ces institutions.

Tableau A1-1 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.

Tableau A1-2 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 ».

Au total, 37 VTR spécifiques²⁴ ont été compilées pour 10 PFAS individuelles ainsi qu'une seule VTR pour la somme de quatre PFAS (PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS).

²⁴ Des VTR ont été considérées comme « spécifiques à une substance » lorsqu'elles étaient basées sur des études toxicologiques documentant cette même substance, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas utilisé d'autres PFAS comme des « proxys » dans le processus de dérivation de la VTR.

RECENSION DES VALEURS GUIDES POUR L'EAU POTABLE

L'ensemble des valeurs guides²⁵ (pour des substances individuelles et pour la somme des PFAS) proposées par les organismes classés comme sources primaires et secondaires ont été compilées. Additionnellement, les documents suivants ont été consultés, puisqu'ils contenaient des recensions récentes des valeurs guides aux États-Unis et en Europe :

- Cordner *et al.* (2019). Guideline levels for PFOA and PFOS in drinking water: The role of scientific uncertainty, risk assessment decisions, and social factors (17).
- Post. (2021). Recent US state and federal drinking water guidelines for per-and polyfluoroalkyl substances (18).
- OMS. (2022). PFOAS and PFOA in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality (Version for public review) (6).
- Teymoorian *et al.* (2023). Tracking PFAS in drinking water: A review of analytical methods and worldwide occurrence trends in tap water and bottled water (19).

La recension des valeurs guides pour l'eau potable a été aussi réalisée entre la fin janvier et la mi-février 2023.

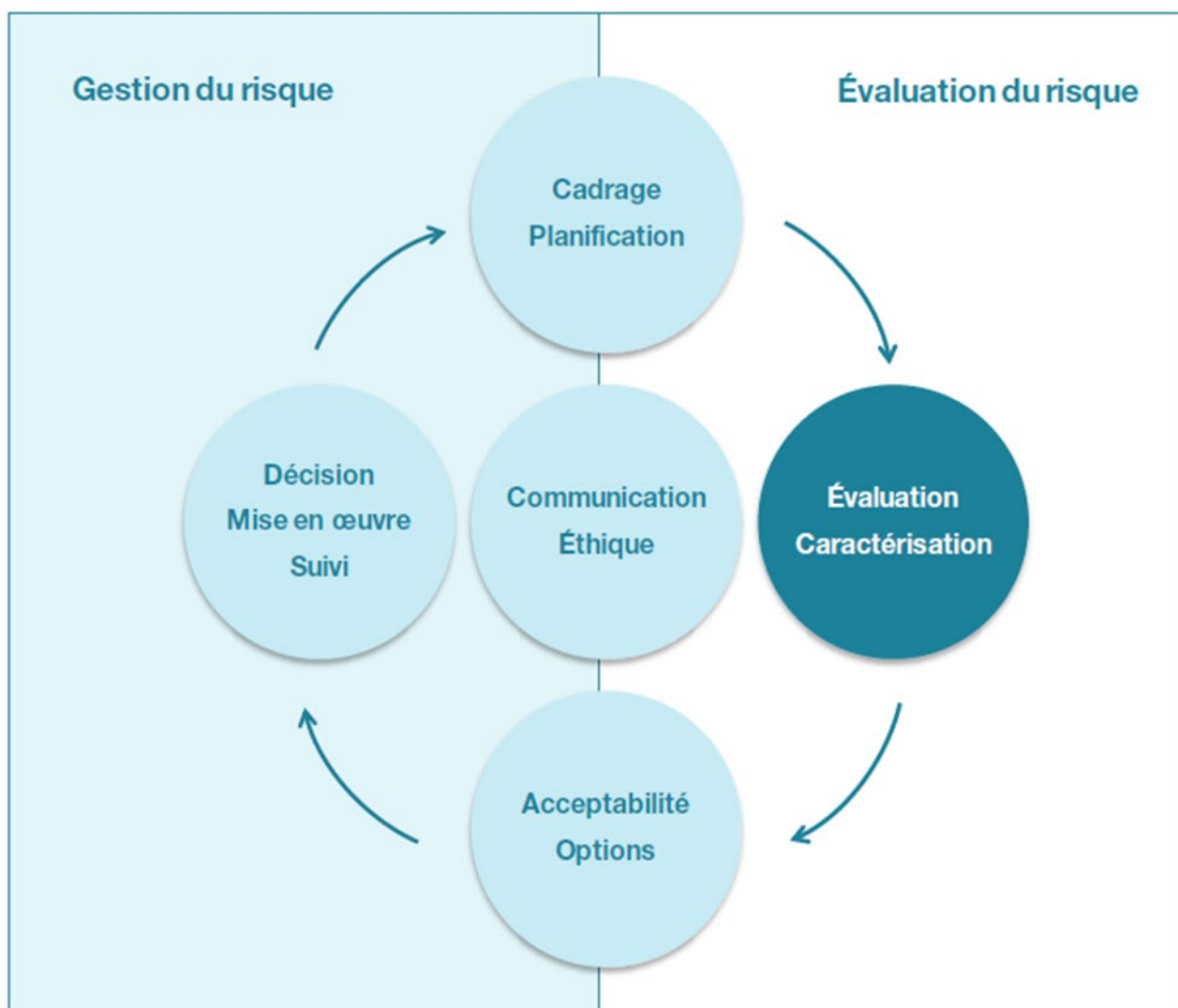
Enfin, la proposition de l'U.S. EPA publiée en mars 2023 (15) pour un cadre réglementaire incluant des objectifs non contraignants basés sur la santé (MCLG; *maximum concentration levels goals* en anglais) et des valeurs réglementaires obligatoirement applicables (MCL; *maximum concentration levels* en anglais) ont été aussi incluses dans la recension.

Au total, 125 valeurs guides ont été répertoriées. La plupart d'entre elles était pour des PFAS individuelles, incluant 20 substances différentes. Quatorze valeurs guides étaient pour la somme des PFAS (soit pour la somme de quelques PFAS ou pour la somme « totale » des PFAS mesurées).

²⁵ Incluant des valeurs guides sanitaires et des valeurs guides de gestion soit finales, soit en consultation.

ANNEXE 2 PROCESSUS DU CADRE DE RÉFÉRENCE POUR LA GESTION DES RISQUES EN SANTÉ PUBLIQUE

Figure A2-1 Les phases du processus prévu au *Cadre de référence* pour la gestion des
risques en santé publique au Québec



Source : [INSPQ, 2016](#).

ANNEXE 3 DÉRIVATION DES VALEURS GUIDES SANITAIRES POUR LE LOGIGRAMME

Des valeurs guides sanitaires (VGS) pour une exposition sous-chronique et chronique ont été dérivées en appliquant la [Méthodologie d'élaboration de valeurs guides sanitaires chroniques pour les contaminants chimiques de l'eau potable de l'INSPQ](#) (9). L'ensemble des VGS ont été déterminées en présumant une contribution relative de l'eau par défaut de 20 %. La consommation hydrique appliquée correspond à la plus protectrice en utilisant la classe d'âge pertinente selon l'effet critique et la durée d'exposition (sous-chronique ou chronique). Les doses de référence²⁶ retenues sont les valeurs toxicologiques de référence (VTR) jugées comme les plus robustes suivant l'approche simplifiée de la *méthodologie standardisée* de l'Équipe scientifique sur les risques toxicologiques et radiologiques (8)²⁷. Plus de détails sur les choix méthodologiques pour chaque substance concernant la consommation hydrique et les doses de référence retenues se trouvent dans les sections suivantes.

$$VGS_{\text{avec seuil}} = \frac{RfD \times RSC}{V_{\text{eau}}}$$

Où :

$VGS_{\text{avec seuil}}$	=	Valeur guide sanitaire fondée sur un effet toxique avec seuil de dose (mg/l)
RfD	=	Dose de référence (ou dose maximale journalière, mg/kg-jour)
RSC	=	Contribution relative de l'eau potable (sans unité)
V_{eau}	=	Volume d'eau consommé quotidiennement, ajusté au poids corporel (l/kg-jour)

Valeurs guides sanitaires sous-chroniques

Les VTR retenues sont les valeurs proposées par l'ATSDR en 2021 pour une exposition sous-chronique au PFOA, au PFOS, au PFHxS et au PFNA (20). Ces valeurs sont les seules de toutes les VTR recensées qui ont été dérivées spécifiquement pour une exposition sous-chronique²⁸ pour ces quatre substances. Ces VTR sont basées sur des études animales pour l'effet critique à la fois le plus sensible et toxicologiquement robuste jugé par l'ATSDR. Plus d'informations sur ces VTR sont présentées dans le tableau A3-1 (p. 19).

²⁶ Soit des valeurs toxicologiques de référence (VTR) par ingestion pour des effets avec seuil.

²⁷ Document disponible sur demande.

²⁸ Ces VTR ont été dérivées pour une exposition de durée « *intermediate* » selon la classification de l'ATSDR, c'est-à-dire une exposition de 15 à 364 jours.

Tableau A3-1 Valeurs toxicologiques de référence (VTR), soit les doses de référence, retenues pour une exposition sous-chronique proposées par l'ATSDR en 2021

Substance	Détails de la VTR					
	VTR (mg/kg/jour)	Étude clé	Espèce	Effet critique (type d'effet)	POD _{HED} (mg/kg/jour)	FI _{total}
PFOA	3 x 10 ⁻⁶	Koskela <i>et al.</i> , 2016 (21)	Souris	Altérations squelettiques chez les descendants (développemental)	8,2 x 10 ⁻⁴	300 (FI _A : 3; FI _H : 10; FI _L : 10)
PFOS	2 x 10 ⁻⁶	Luebker <i>et al.</i> , 2005 (22)	Rat	Retard de l'ouverture des yeux et diminution du poids corporel des rejetons (développemental)	5,2 x 10 ⁻⁴	300 (FI _A : 3; FI _H : 10; FI _{BD} : 10)
PFHxS	2 x 10 ⁻⁵	Butenhoff <i>et al.</i> , 2009 (23)	Rat	Hypertrophie/hyperplasie de l'épithélium folliculaire de la thyroïde (endocrinien)	4,7 x 10 ⁻³	300 (FI _A : 3; FI _H : 10; FI _{BD} : 10)
PFNA	3 x 10 ⁻⁶	Das <i>et al.</i> , 2015 (24)	Souris	Diminution du poids corporel et retards de développement (développemental)	1,0 x 10 ⁻³	300 (FI _A : 3; FI _H : 10; FI _{BD} : 10)

RfD : dose de contaminant à laquelle un individu peut être exposé pendant une période d'exposition donnée sans risquer de subir des effets toxiques avec seuil. Cette concentration est déterminée par le quotient entre le point de départ (POD) et le produit de tous les facteurs d'incertitude jugés appropriés. **POD** : dose associée à un effet toxique présumé comme étant critique. 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. **HED** : dose équivalente chez l'humain. **FI** : série de facteurs d'incertitude appliqués au POD associé à un effet avec seuil. Ces facteurs permettent de considérer l'incertitude engendrée par l'extrapolation des données en vue de déterminer une VTR applicable à des conditions différentes de celles dans lesquelles le POD a été obtenu. **FI_A** : facteur d'extrapolation interspèces. **FI_H** : facteur d'extrapolation pour la variabilité interindividuelle chez l'humain. **FI_L** : facteur d'extrapolation à partir d'un LOAEL. **FI_{BD}** : facteur pour les lacunes dans les données disponibles. L'ATSDR utilise le libellé *modifying facteur*.

Tous les paramètres utilisés pour le calcul des VGS sous-chroniques se trouvent dans le tableau A3-2 (p. 20). Les effets critiques liés au PFOS, au PFOA et au PFNA ciblent le développement fœtal de l'enfant à naître. Les études clés pour ces trois substances ont fait état d'effets sur le développement de rejetons rongeurs après avoir exposé les mères pendant ou avant la gestation (20). Par conséquent, la consommation hydrique pour ces trois substances jugée la plus pertinente est celle pour les femmes enceintes. Toutefois, la consommation hydrique pondérée pour la vie-durant a été retenue pour la dérivation, étant donné que cette

consommation est légèrement plus protectrice que celle pour les femmes enceintes²⁹. En ce qui concerne le PFHxS, l'effet critique touche la glande thyroïde. L'étude a été réalisée chez des rats mâles adultes exposés pendant 42 jours. Cet effet critique a été jugé pertinent pour toutes les classes d'âge. La consommation hydrique utilisée pour déterminer la VGS pour cette substance est donc la plus protectrice, soit celle pour les nourrissons. Cette consommation a été choisie dans une perspective de protection de la population en général qui pourrait être affectée par cet effet et qui est protégée par le choix conservateur du taux de consommation des nourrissons, lequel ne peut avoir cours durant la vie d'un individu que pour une durée sous-chronique.

Tableau A3-2 Valeurs guides sanitaires (VGS) sous-chroniques dérivées ainsi que les paramètres utilisés

Substance	Détails de la VGS			
	VGS (ng/L)	VTR (mg/kg/jour)	RSC	V _{eau} (L/kg-jour)
PFOA	17	3×10^{-6}	20 %	0,035 (toute la vie)
PFOS	11	2×10^{-6}	20 %	0,035 (toute la vie)
PFHxS	28	2×10^{-5}	20 %	0,144 (nourrissons)
PFNA	17	3×10^{-6}	20 %	0,035 (toute la vie)

Valeurs guides sanitaires chroniques

L'ATSDR n'a pas établi de VTR chronique pour ces quatre composés et ne fait pas d'extrapolation d'une durée d'exposition sous-chronique à chronique. Des VGS chroniques n'ont pas été calculées pour le PFOA et le PFOS, puisque les valeurs de gestion de 4 ng/L proposées par l'U.S. EPA ont été jugées adéquates. Les VGS chroniques pour le PFHxS et le PFNA ont été dérivées en ajustant les valeurs toxicologiques de référence sous-chroniques de l'ATSDR (20), utilisées précédemment, par l'ajout d'un facteur d'incertitude approprié en fonction de l'effet critique. Pour le PFHxS (effet endocrinien), un facteur d'incertitude par défaut de 10 – pour tenir compte de l'extrapolation à partir d'une étude sous-chronique – a été appliqué suivant la [Méthodologie VGS](#). Pour le PFNA, l'effet critique cible le développement et est donc associé à une fenêtre d'exposition spécifique et restreinte. En raison des lacunes des connaissances sur la relation entre l'exposition et les effets chroniques potentiels pour cette substance, un facteur d'incertitude additionnel de 3 a été ajouté.

²⁹ Le taux de consommation pour les femmes enceintes édicté dans la [Méthodologie VGS](#) est de 0,033 L/kg-jour, tandis que le taux de vie-durant correspond à 0,035 L/kg-jour. La VGS dérivée est à peine modifiée par ce choix méthodologique.

Étant donné que la VGS est pour une exposition chronique (plus de 7 ans), la consommation hydrique jugée la plus pertinente est celle pour la vie-durant pour les deux substances. Tous les paramètres utilisés pour le calcul des VGS chroniques sont présentés dans le tableau A3-3.

Il est à noter que ces deux VGS sont très comparables aux VGS proposées par l'U.S. EPA récemment dans son cadre réglementaire en consultation (soit une VGS de 9 ng/L pour le PFHxS et de 10 ng/L pour le PFNA) (15).

Tableau A3-3 Valeurs guides sanitaires (VGS) chroniques dérivées ainsi que les paramètres utilisés

Substance	Détails de la VGS			
	VGS (ng/L)	VTR (mg/kg/jour)	RSC	V _{eau} (L/kg-jour)
PFHxS	11	2×10^{-6} ^A	20 %	0,035 (toute la vie)
PFNA	6	1×10^{-6} ^B	20 %	0,035 (toute la vie)

^A VTR proposée par l'ATSDR après l'application d'un facteur d'incertitude additionnel de 10 (effet endocrinien).

^B VTR proposée par l'ATSDR après l'application d'un facteur d'incertitude additionnel de 3 (effet développemental).

Centre de référence
et d'expertise



www.inspq.qc.ca

*Institut national
de santé publique*

Québec

