

Plomb dans l'eau potable de l'île de Montréal

Concentrations de plomb dans l'eau potable des écoles et
évaluation des risques à la santé des enfants de 5-6 ans - 2017

Plomb dans l'eau potable de l'île de Montréal – Concentrations de plomb dans l'eau potable des écoles et évaluation des risques à la santé des enfants de 5-6 ans - 2017

est une production de la Direction régionale de santé publique
du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

1301, rue Sherbrooke Est
Montréal (Québec) H2L 1M3
514 528-2400
www.dsp.santemontreal.qc.ca

Auteurs :

Louis-François Tétreault, Ph.D, toxicologue
Julie Brodeur, M.Sc., toxicologue
Monique Beausoleil, M.Sc., toxicologue

Remerciements :

Nous remercions les cinq commissions scolaires ainsi que toutes les écoles participantes de l'île de Montréal pour leur collaboration dans ce projet.

Notes

Dans ce document, l'emploi du masculin générique désigne aussi bien les femmes que les hommes et est utilisé dans le seul but d'alléger le texte.

© Gouvernement du Québec, 2017
ISBN 978-2-550-79468-4 (En ligne)

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

Bibliothèque et Archives Canada, 2017

Mot du directeur

Depuis les années 1970, les niveaux de plombémie des jeunes enfants ne cessent de diminuer grâce aux réglementations qui ont permis de réduire les concentrations de plomb présentes dans l'air, l'eau, les aliments et les produits de consommation. C'est ainsi que les niveaux de plombémie chez les jeunes enfants sont passés de 19 µg/dL en 1972 à 0,67 µg/dL en 2015. Cette diminution de 96% de l'exposition au plomb et ses conséquences positives sur la santé constituent un succès de santé publique.

En 2007, nous avons publié une première évaluation des risques reliés au plomb dans l'eau potable pour les jeunes enfants de moins de 6 ans de l'île de Montréal. Dix ans plus tard, des mesures de la concentration de plomb dans l'eau potable de 51 écoles de l'île de Montréal ont permis de mettre à jour notre évaluation de risque pour les jeunes enfants de 5-6 ans qui fréquentent les écoles du territoire.

Les conclusions de notre évaluation sont rassurantes quant à l'impact du plomb dans l'eau des écoles de l'île de Montréal sur la santé des enfants fréquentant les classes du préscolaire.

Je vous souhaite une bonne lecture,

Le directeur régional de santé publique

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Richard Massé', written in a cursive style.

Richard Massé, M.D.

Résumé

Les jeunes enfants, principalement les enfants âgés de moins de 6 ans, sont les personnes les plus vulnérables aux effets nocifs du plomb. Or, depuis les années 1970, l'exposition au plomb des Québécois a considérablement diminué grâce à des réglementations plus contraignantes visant à réduire les quantités de plomb présentes dans l'air, l'eau, les aliments et les produits de consommation. Par conséquent, les niveaux de plombémie des jeunes enfants ont diminué de façon considérable, passant de 19 µg/dL en 1972 à 0,67 µg/dL en 2015, ce qui représente une diminution de 96%.

Au début de l'année 2017, Santé Canada a publié, pour consultation, un document intitulé « *Le plomb dans l'eau potable* » dans le but de mettre à jour sa recommandation sur la qualité de l'eau potable. Il propose, notamment, d'abaisser la concentration maximale acceptable de plomb dans l'eau potable de 10 µg/L à 5 µg/L et de mesurer chaque année les teneurs en plomb de chaque fontaine ou de chaque robinet des écoles et des garderies¹. Parallèlement, le Québec vise à favoriser la promotion de la consommation d'eau et la réduction de la consommation des boissons sucrées par les élèves dans les écoles.

La Direction régionale de santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal (DRSP) a donc jugé pertinent d'évaluer les risques du plomb pour la santé des enfants de 5-6 ans de l'île de Montréal, en tenant compte de leur consommation d'eau potable à l'école.

La DRSP a d'abord tenu compte des concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable des résidences de l'île de Montréal. Une évaluation des risques effectuée en 2007 avait démontré que les concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable des résidences sans entrée d'eau en plomb (*sans EEP*) sont beaucoup plus faibles que celles des résidences avec une entrée d'eau en plomb (*avec EEP*)². De plus, alors qu'aucune concentration de plomb dans l'eau des résidences *sans EEP* ne dépasse la proposition de 5 µg/L de Santé Canada, presque toutes les concentrations de plomb mesurées dans l'eau des maisons *avec EEP* excèdent cette proposition.

Afin de tenir compte également de l'exposition au plomb à l'école, la DRSP a effectué, en juin 2017, un échantillonnage de l'eau d'une fontaine dédiée aux enfants des classes du préscolaire dans 51 écoles de l'île de Montréal. Les concentrations de plomb ainsi mesurées ne sont pas très élevées et diminuent beaucoup après 1 minute d'écoulement³. Le tiers des échantillons d'eau au premier jet excèdent toutefois la valeur de 5 µg/L proposée par Santé Canada.

Afin de connaître le risque à la santé associé à l'exposition au plomb chez les enfants du préscolaire de l'île de Montréal, la DRSP a estimé la plombémie des enfants de 5–6 ans exposés à toutes les sources de plomb, y compris

¹ Les garderies sont généralement situées dans deux types d'édifices : 1) des résidences qui peuvent comporter ou non une entrée d'eau en plomb et 2) de grands bâtiments où les concentrations de plomb sont susceptibles d'être du même ordre de grandeur que celles des écoles.

² La LSI95% (limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95%) des concentrations moyennes de plomb mesurées dans l'eau potable de 18 résidences *sans EEP* (une des 19 résidences *sans EEP* du rapport de Beausoleil et Brodeur, 2007 possédait en fait une EEP en plomb) était de 1,4 µg/L tandis que celle des 111 résidences *avec EEP* était de 24,9 µg/L.

³ La valeur médiane des *concentrations d'exposition* et la valeur maximale des concentrations *1^{er} jet 250 mL* sont de 2,3 µg/L et de 20 µg/L, respectivement. Les *1^{er} jet 250 mL* ont été échantillonnés selon le protocole proposé par Santé Canada qui recommande de prélever deux échantillons de 125 mL consécutifs de façon aléatoire, c'est-à-dire sans purge préalable ni période de stagnation imposée, et de calculer la moyenne des concentrations de plomb de ces deux échantillons. La DRSP a également prélevé deux autres échantillons de 125 mL, consécutifs aux deux premiers échantillons d'eau du premier jet, après 1 minute d'écoulement. La moyenne des quatre échantillons est appelé *concentration d'exposition*.

la consommation d'eau potable, à l'aide de modèles et selon deux approches d'exposition : l'approche déterministe et l'approche probabiliste⁴.

L'évaluation déterministe démontre que la plombémie d'un enfant de 5-6 ans de l'île de Montréal est bien plus largement influencée par les concentrations de plomb dans l'eau de la résidence qu'il habite que par celles de l'école qu'il fréquente : les niveaux de plombémie estimés pour les enfants de 5-6 ans habitant une résidence *avec EEP* sont en effet près de deux fois plus élevés que ceux des enfants vivant dans une résidence *sans EEP*, peu importe la consommation d'eau à l'école.

L'approche probabiliste indique que les gains associés à l'application de la proposition de Santé Canada de limiter la concentration maximale acceptable de plomb dans l'eau potable à 5 µg/L dans les écoles seraient minimales au niveau des plombémies : on n'observerait alors qu'une petite diminution de 0,02 µg/dL au niveau des plombémies moyennes des enfants et une faible diminution de 0,09% du pourcentage d'enfants ayant une plombémie supérieure à 5 µg/dL.

Soulignons qu'à notre avis, ces niveaux de plombémie sont surestimés en raison de l'utilisation du modèle *Integrated exposure uptake biokinetic model for lead in children* (IEUBK). De plus, les niveaux de plombémie ont tous été estimés pour l'été alors que les concentrations de plomb dans l'eau sont significativement plus élevées en raison de la température de l'eau plus chaude, alors que durant le reste de l'année scolaire, les niveaux de plombémie seraient plus faibles que ceux estimés ici. Enfin, l'association significative observée entre la durée de stagnation de l'eau avant l'échantillonnage dans les écoles et les concentrations plus élevées de plomb mesurées dans l'eau indique aussi que l'exposition des élèves de 5-6 ans n'a pas été sous-estimée.

Aussi, tout comme en 2007, la DRSP considère, que le risque du plomb dans l'eau potable pour la santé des jeunes enfants est faible sur l'île de Montréal. L'intervention la plus efficace pour réduire l'exposition au plomb consiste à changer toute la tuyauterie en plomb de l'entrée d'eau des résidences *avec EEP*, tant la section publique que la section privée. Entretemps, les recommandations de la DRSP (envisager, soit l'utilisation d'un filtre attaché au robinet ou d'un pichet filtrant certifié par l'organisme NSF pour la réduction du plomb conformément à la norme NSF/ANSI n°53, soit la consommation d'eau embouteillée) et celles de la Ville de Montréal (laisser couler l'eau du robinet quelques minutes après qu'elle soit devenue froide (fraîche en été) avant de la boire, surtout si elle a séjourné de longues heures dans les tuyaux (comme le matin ou au retour du travail)) demeurent toujours appropriées pour les femmes enceintes (pour l'enfant à naître) et pour les enfants de moins de 6 ans qui habitent une résidence *avec EEP* sur l'île de Montréal.

En ce qui concerne les concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable des classes du préscolaire des 51 écoles échantillonnées sur l'île de Montréal, la DRSP considère que la consommation d'eau potable à l'école ne contribue pas de façon importante à la plombémie des enfants de 5-6 ans des écoles primaires. Dans ce contexte, favoriser la consommation d'eau à l'école apparaît tout à fait acceptable. Bien qu'il soit très possible qu'à certaines occasions, une concentration de plomb très élevée puisse être mesurée dans l'eau des écoles, la DRSP considère que ce phénomène serait relativement rare et très transitoire, et ne changerait pas ses conclusions concernant les risques à la santé pour les enfants⁵.

⁴ Le modèle IEUBK du U.S.EPA a été utilisé. L'approche déterministe permet d'estimer l'exposition d'un individu représentatif de la population en utilisant des valeurs uniques pour définir les paramètres qui entrent dans le modèle d'exposition tandis que l'approche probabiliste permet d'estimer l'exposition d'une population d'individus à l'aide de distributions statistiques de valeurs pour définir les paramètres qui entrent dans le modèle d'exposition (Valcke et coll., 2012).

⁵ Certaines écoles pourraient cependant vouloir apporter des modifications au niveau des fontaines ou de la tuyauterie de ces établissements afin d'améliorer les caractéristiques organoleptiques de l'eau (goût et couleur).

Table des matières

MOT DU DIRECTEUR	II
RÉSUMÉ	IV
LISTE DES TABLEAUX	VIII
LISTE DES FIGURES	VIII
LISTE DES ABRÉVIATIONS	X
1. MISE EN CONTEXTE	1
2. HISTORIQUE DU PLOMB DANS L'EAU POTABLE SUR L'ÎLE DE MONTRÉAL	2
2.1 COMPORTEMENT DU PLOMB DANS L'EAU POTABLE	2
2.2 CONCENTRATIONS DE PLOMB MESURÉES DANS L'EAU DES RÉSIDENCES DE L'ÎLE DE MONTRÉAL	3
2.3 ÉVALUATION DU RISQUE POUR LA SANTÉ DES ENFANTS QUI HABITENT UNE MAISON AVEC EEP SUR L'ÎLE DE MONTRÉAL	4
3. ÉVOLUTION DE L'EXPOSITION AU PLOMB	6
3.1 DIMINUTION DES NIVEAUX DE PLOMB PERMIS DANS L'ENVIRONNEMENT AU COURS DES DERNIÈRES DÉCENNIES	6
3.2 DIMINUTION DES NIVEAUX DE PLOMBÉMIE DES ENFANTS	7
3.3 DIMINUTION DES SEUILS DE DÉCLARATION DES MALADIES À DÉCLARATION OBLIGATOIRE POUR LE PLOMB	9
4. EFFETS DU PLOMB SUR LA SANTÉ DES ENFANTS	9
5. CONCENTRATIONS DE PLOMB MESURÉES DANS L'EAU POTABLE DES ÉCOLES DE L'ÎLE DE MONTRÉAL EN 2017	10
5.1 OBJECTIF	11
5.2 DEVIS D'ÉCHANTILLONNAGE	11
5.3 MÉTHODE D'ANALYSE EN LABORATOIRE	13
5.4 RÉSULTATS	13
5.5 ANALYSE DES RÉSULTATS	15
6. ÉVALUATION DES RISQUES – ESTIMATION DE LA PLOMBÉMIE DES ENFANTS QUI FRÉQUENTENT LES CLASSES DU PRÉSCOLAIRE	17
6.1 ESTIMATION DE LA PLOMBÉMIE DES ENFANTS DE 5-6 ANS SELON L'APPROCHE DÉTERMINISTE	17
6.2 ESTIMATION DE LA PLOMBÉMIE DES ENFANTS DE 5-6 ANS SELON L'APPROCHE PROBABILISTE	19
7. CONCLUSION	23
ANNEXE 1. CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS L'EAU POTABLE DES RÉSIDENCES DE L'ÎLE DE MONTRÉAL	25
ANNEXE 2. CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS L'EAU DES FONTAINES DU PRÉSCOLAIRE DE L'ÎLE DE MONTRÉAL	29
ANNEXE 3. DONNÉES D'EXPOSITION UTILISÉES POUR ESTIMER LA PLOMBÉMIE DES JEUNES ENFANTS	33
ANNEXE 4. MODÉLISATION MONTE CARLO	35
LISTE DES RÉFÉRENCES	37

Liste des tableaux

TABLEAU 1. SOMMAIRE DES CONCENTRATIONS DE PLOMB MESURÉES DANS L'EAU DU ROBINET DE 130 RÉSIDENCES PAR LA VILLE DE MONTRÉAL – 2007	4
TABLEAU 2. EXEMPLES DE RÉGLEMENTATIONS AYANT PERMIS DE RÉDUIRE L'EXPOSITION AU PLOMB DES QUÉBÉCOIS	7
TABLEAU 3. DIMINUTION DES NIVEAUX DE PLOMBÉMIE MOYENS DES ENFANTS ÂGÉS DE MOINS DE 6 ANS AU CANADA AU COURS DES DERNIÈRES DÉCENNIES	8
TABLEAU 4. NOMBRE D'ÉCOLES PRIMAIRES RETENUES POUR LA PRÉSENTE ÉTUDE	11
TABLEAU 5. CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS L'EAU DES FONTAINES DES CLASSES DU PRÉSCOLAIRE DE L'ÎLE DE MONTRÉAL	14
TABLEAU 6. COMPARAISON DES CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS L'EAU DES 51 ÉCOLES DE L'ÎLE DE MONTRÉAL (DRSP - 2017) ET DE MILLIERS D'ÉCOLES ET GARDERIES DE 4 PROVINCES CANADIENNES (DESHOMMES ET COLL., 2016)	16
TABLEAU 7. ESTIMATION DES PLOMBÉMIES À L'AIDE DU MODÈLE IEUBK POUR UN ENFANT DE 5-6 ANS DE L'ÎLE DE MONTRÉAL SELON DIFFÉRENTES CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS L'EAU DU DOMICILE ET DE L'ÉCOLE	18
TABLEAU 8. DISTRIBUTION DE LA PLOMBÉMIE ESTIMÉE CHEZ LES ENFANTS DES CLASSES DU PRÉSCOLAIRE SUR L'ÎLE DE MONTRÉAL SELON DEUX SCÉNARIOS D'UNE APPROCHE PROBABILISTE	20
TABLEAU 9. CONCENTRATIONS DE PLOMB MESURÉES DANS L'EAU POTABLE DE 130 RÉSIDENCES AVEC EEP OU SANS EEP SUR LE TERRITOIRE DE L'ÎLE DE MONTRÉAL - 2007	25
TABLEAU 10. STATISTIQUES DES CONCENTRATIONS DE PLOMB MESURÉES DANS L'EAU POTABLE DE 130 RÉSIDENCES AVEC EEP OU SANS EEP SUR LE TERRITOIRE DE L'ÎLE DE MONTRÉAL - 2007	27
TABLEAU 11. CONCENTRATIONS DE PLOMB MESURÉES AUX FONTAINES DES CLASSES DU PRÉSCOLAIRE DES 51 ÉCOLES DE L'ÎLE DE MONTRÉAL – 2017	29
TABLEAU 12. STATISTIQUES DES CONCENTRATIONS DE PLOMB MESURÉES AUX FONTAINES DES CLASSES DU PRÉSCOLAIRE DES 51 ÉCOLES DE L'ÎLE DE MONTRÉAL – 2017	31
TABLEAU 13. PARAMÈTRES ET CONCENTRATIONS D'EXPOSITION AU PLOMB UTILISÉS POUR ESTIMER LA PLOMBÉMIE DES ENFANTS DU PRÉSCOLAIRE DE L'ÎLE DE MONTRÉAL SELON UNE ANALYSE DÉTERMINISTE ET UNE ANALYSE PROBABILISTE	33

Liste des figures

FIGURE 1. SCHÉMA D'UNE ENTRÉE D'EAU	2
FIGURE 2. EXEMPLES DE RÉDUCTION DES CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS L'AIR AMBIANT (FIGURE DE GAUCHE) ET DIMINUTION DE L'APPORT QUOTIDIEN DE PLOMB VIA L'ALIMENTATION (FIGURE DE DROITE)	7
FIGURE 3. DIMINUTION DES NIVEAUX DE PLOMBÉMIE MOYENS CHEZ LES ENFANTS ÂGÉS DE MOINS DE 6 ANS AU COURS DES DERNIÈRES DÉCENNIES (DONNÉES TIRÉES DU TABLEAU 3)	8
FIGURE 4. COMPARAISON DES PLOMBÉMIES ESTIMÉES À L'AIDE DU MODÈLE IEUBK POUR UN ENFANT DE 5-6 ANS QUI VIT DANS DES RÉSIDENCES SANS EEP OU AVEC EEP SUR L'ÎLE DE MONTRÉAL, SELON 4 CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS L'EAU DE L'ÉCOLE	18

Liste des abréviations

EEP : Entrée d'eau en plomb

DRSP : Direction régionale de santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal

INSPQ : Institut national de santé publique du Québec

MADO : Maladie à déclaration obligatoire

MDDELCC : ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

RQEP : Règlement sur la qualité de l'eau potable

U.S.EPA : Agence gouvernementale de protection de l'environnement des États-Unis

Type d'échantillons d'eau prélevés dans les résidences :

1^{er} L : 1^{er} litre d'eau prélevé après 30 minutes de stagnation

2^e L : 2^e litre d'eau consécutif au 1^{er} L

1 min : 1 litre d'eau consécutif aux 1^{er} L et 2^e L, prélevé après 1 minute d'écoulement

5 min : 1 litre d'eau consécutif aux 1^{er} L, 2^e L et 1 min, prélevé après 5 minutes d'écoulement

Type d'échantillons d'eau prélevés à l'école :

1^{er} 125 mL : échantillon de 125 mL d'eau prélevé au 1^{er} jet

2^e 125 mL : échantillon consécutif au 1^{er} 125 mL

1^{er} jet 250 mL : moyenne du 1^{er} 125 mL et du 2^e 125 mL

1^{er} 1 min : échantillon de 125 mL prélevé après 1 minute d'écoulement suite aux deux échantillons de premier jet

2^e 1 min : échantillon consécutif au 1^{er} 1 min

1 min 250 mL : moyenne du 1^{er} 1min et du 2^e 1 min

Concentration d'exposition : moyenne 1^{er} jet 250 mL et du 1 min 250 mL

Unités de mesure :

µg/L : microgramme par litre

µg/dL : microgramme par décilitre

Paramètres statistiques :

LSIC95% : Limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95% sur la moyenne

1. Mise en contexte

Sur le territoire de l'île de Montréal, la présence du plomb dans l'eau potable a déjà été bien étudiée au cours des dernières années. En 2007, la Direction régionale de santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal (DRSP) avait publié les niveaux de plomb mesurés par la Ville de Montréal dans l'eau potable de 130 maisons. La majorité de ces résidences était reliée à l'aqueduc par une entrée d'eau en plomb (*EEP*); la norme québécoise de 10 µg/L après 5 minutes d'écoulement du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) était dépassée dans 53% d'entre elles alors qu'aucun dépassement n'était constaté dans les maisons *sans EEP*. Le message de santé publique indiquait que le risque à la santé était faible et se limitait aux femmes enceintes (pour l'enfant à naître) et aux enfants de moins de 6 ans qui habitaient une résidence *avec EEP* sur l'île de Montréal. En effet, le niveau de plomb dans le sang de ces enfants pouvait être un peu plus élevé que le niveau moyen actuel des enfants québécois, mais il était inférieur au seuil de déclaration à la santé publique (seuil de déclaration des MADO) de 10 µg/dL en 2007, et encore bien moindre que celui de leurs parents lorsqu'ils étaient enfants (Beausoleil et Brodeur, 2007).

Au début de l'année 2017, Santé Canada a publié, pour consultation publique⁶, un document intitulé « *Le plomb dans l'eau potable* » dans le but de mettre à jour sa recommandation sur la qualité de l'eau potable et dans lequel il propose, notamment, les actions suivantes (Santé Canada, 2017a) :

- Abaisser la concentration maximale acceptable de plomb dans l'eau potable de 10 µg/L à 5 µg/L.
- Exercer une surveillance des concentrations de plomb dans l'eau potable, tant au niveau des résidences qu'au niveau des grands bâtiments, y compris les écoles et les garderies^{7,8}.
- Lorsque les concentrations de plomb dans l'eau dépassent la recommandation de 5 µg/L, procéder au remplacement des éléments de plomberie qui contiennent du plomb (*EEP*, soudures en plomb, éléments de robinetterie et autres équipements qui contiennent du plomb) pour des équipements ayant de faibles teneurs en plomb.
- Si, après le remplacement des éléments de plomberie qui contiennent du plomb, les concentrations de plomb dans l'eau excèdent toujours la recommandation de 5 µg/L, évaluer la pertinence d'adopter des mesures de contrôle de la corrosion (traitement de l'eau à la sortie des usines de production d'eau potable).

Parallèlement, le Québec vise à favoriser la promotion de la consommation d'eau et la réduction de la consommation des boissons sucrées par les jeunes dans les écoles.

La DRSP a alors jugé pertinent de rédiger un nouvel avis concernant le plomb dans l'eau potable sur l'île de Montréal et d'évaluer à nouveau les risques à la santé pour les jeunes enfants, en tenant compte de la proposition de Santé Canada. Si, dans son rapport de 2007, la DRSP s'était prononcée sur le risque en lien avec le plomb présent dans l'eau des domiciles seulement, ce nouvel avis pour l'île de Montréal présentera les concentrations de plomb mesurées dans l'eau à l'école et évaluera leur impact sur la plombémie (concentration de plomb dans le sang) des enfants de 5-6 ans fréquentant des classes du préscolaire.

⁶ La consultation en ligne s'est déroulée du 11 janvier au 15 mars 2017.

⁷ De façon plus spécifique, il est proposé de surveiller la teneur en plomb au moins une fois par année, à chaque fontaine ou à chaque robinet où l'eau est utilisée pour la consommation ou la préparation d'aliments.

⁸ Les garderies sont généralement situées dans deux types d'édifices : 1) des résidences qui peuvent comporter ou non une *EEP* et 2) de grands bâtiments où les concentrations de plomb sont susceptibles d'être du même ordre de grandeur que celles des écoles.

Dans le présent document, le lecteur trouvera les informations existantes sur le plomb dans l'eau potable de l'île de Montréal, l'évolution de l'exposition au plomb des Québécois depuis les années 1970, un résumé des dernières préoccupations concernant les effets du plomb sur la santé des jeunes enfants, les concentrations de plomb mesurées dans l'eau des écoles du territoire de l'île de Montréal, le risque que le plomb dans l'eau peut présenter au niveau de la santé des enfants de 5–6 ans qui fréquentent une classe du préscolaire de l'île de Montréal à la lumière de l'ensemble de ces connaissances, et la conclusion de la DRSP.

2. Historique du plomb dans l'eau potable sur l'île de Montréal

2.1 Comportement du plomb dans l'eau potable

Les concentrations de plomb dans l'eau potable distribuée par les municipalités sont généralement faibles. C'est le cas de l'eau distribuée par les six usines de l'île de Montréal qui contient moins de 0,6 µg/L de plomb (Ville de Montréal, 2017b). C'est lorsqu'elle entre dans la maison que l'eau peut se charger de plomb. Parmi les différentes composantes de la tuyauterie d'une résidence, l'EEP est celle qui augmente le plus les concentrations de plomb mesurées dans l'eau du robinet. L'EEP comprend une section privée, située entre la résidence et le robinet de service, et une section publique, située entre le robinet de service et le réseau d'aqueduc municipal situé sous la rue (Figure 1). Des recherches effectuées par la Ville de Montréal démontrent que les seules maisons susceptibles d'avoir une EEP sont des résidences de moins de 8 logements construites avant 1970. Les anciennes soudures au plomb de la tuyauterie interne peuvent aussi influencer les teneurs en plomb de l'eau potable, mais cet apport est beaucoup plus faible que celui attribuable à une EEP. La robinetterie peut également contenir du plomb, ce qui augmente les concentrations de plomb de l'eau du premier jet. Enfin, à notre connaissance, aucune tuyauterie interne en plomb n'est utilisée à l'intérieur des résidences sur l'île de Montréal (Beausoleil et Brodeur, 2007).

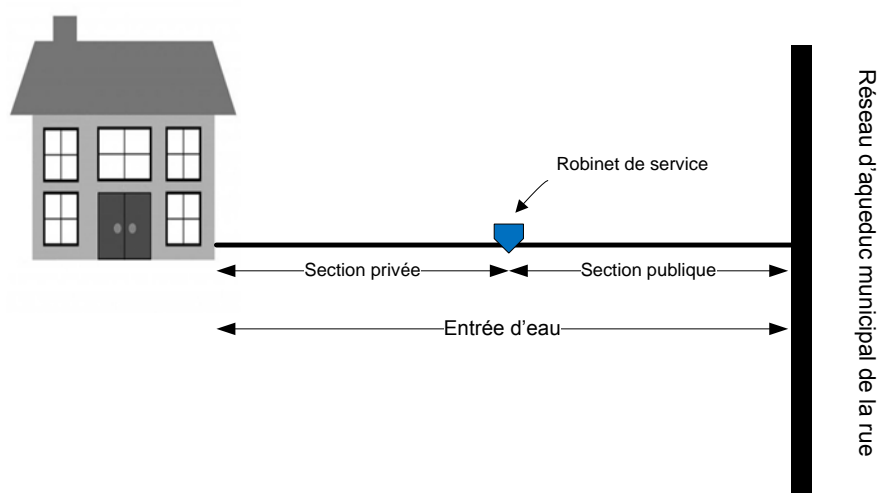


Figure 1. Schéma d'une entrée d'eau

Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (ex. : pH et alcalinité) peuvent aussi influencer beaucoup la dissolution du plomb des différents équipements de la tuyauterie. Sans détailler ses différentes caractéristiques, soulignons que l'eau potable distribuée sur l'île de Montréal favorise peu la dissolution du plomb provenant des tuyaux de l'EEP, des soudures ou de la robinetterie (eau non agressive) (Beausoleil et Brodeur, 2007).

Une eau chaude favorise également la dissolution du plomb; les concentrations de plomb mesurées en été (du 1^{er} juillet au 1^{er} octobre selon le RQEP) sont donc plus importantes que celles mesurées durant la saison froide. De même, la stagnation de l'eau dans les tuyaux augmente la dissolution du plomb des différents éléments de plomberie dans l'eau; ainsi, les concentrations de plomb de l'échantillon de premier jet tôt le matin sont généralement plus importantes que celles mesurées après 5 minutes d'écoulement (Beausoleil et Brodeur, 2007).

2.2 Concentrations de plomb mesurées dans l'eau des résidences de l'île de Montréal

Le rapport de Beausoleil et Brodeur, 2007 rapporte les concentrations de plomb dans l'eau que la Ville de Montréal a mesurées en 2006 dans 130 résidences de son territoire au cours des mois d'été. Les mesures ont été réalisées de façon à représenter l'exposition des citoyens⁹ : après avoir laissé stagner l'eau durant 30 minutes, le 1^{er} et le 2^e litre d'eau (1^{er} L et 2^e L, respectivement) ont été recueillis, de même qu'un litre d'eau consécutif après 1 minute d'écoulement (1 min) et un autre litre d'eau après 5 minutes d'écoulement de l'eau (5 min). Le Tableau 1 présente le sommaire des concentrations de plomb mesurées dans l'eau de ces 130 résidences (l'ensemble des données est présenté dans le Tableau 9 de l'Annexe 1). Depuis, à chaque année, les concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable prélevée dans 50 résidences de l'île de Montréal par les responsables de l'eau potable des municipalités sont du même ordre de grandeur.

On constate une nette différence entre les concentrations de plomb mesurées dans les maisons *avec EEP* et celles *sans EEP*. Ainsi, la moyenne des concentrations mesurées dans les 1^{er} L, 2^e L et 1 min est de 20 µg/L pour les maisons *avec EEP* et de 1 µg/L pour les maisons *sans EEP*¹⁰. L'eau de toutes les maisons *sans EEP* respectait la norme de 10 µg/L après 5 minutes d'écoulement tandis que l'eau de 53% des maisons *avec EEP* la dépassait.

⁹ En situation réelle, des chercheurs européens ont démontré qu'un prélèvement de 5 à 50 L d'eau après une stagnation contrôlée de 30 minutes fournissait la meilleure estimation de l'exposition hebdomadaire au plomb provenant de l'eau de la résidence (Baron, 1997; Baron, 2001; Van den Hoven et Slaats, 2006). Le document de Beausoleil et Brodeur, 2007 explique plus en détail le travail de ces chercheurs.

¹⁰ On sait aujourd'hui qu'il n'y avait que 18 résidences *sans EEP* lors des échantillonnages de 2006, car la 19^e résidence avait en fait une *EEP* puisque sa concentration de plomb après 5 minutes d'écoulement était supérieure à 2 µg/L. Par conséquent, il y a quelques différences au niveau des statistiques des concentrations de plomb mesurées dans les maisons *sans EEP* de l'île de Montréal présentées en 2007 (Beausoleil et Brodeur, 2007) et celles présentées à la section 6 du présent rapport.

Tableau 1. Sommaire des concentrations de plomb mesurées dans l'eau du robinet de 130 résidences par la Ville de Montréal – 2007

	Résidences avec EEP					Résidences sans EEP				
	1 ^{er} L	2 ^e L	1 min	5 min	Moy ¹	1 ^{er} L	2 ^e L	1 min	5 min	Moy ¹
Nombre	111	111	111	111	111	19	19	19	19	19
% > norme				53 %					0 %	
Minimum (µg/L)	3	2,6	3,2	2,7	2,9	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3
Moyenne (µg/L)	19	22	18	11	20	2,0	1,0	0,7	0,7	1
LSIC95% (µg/L)	25	27	23	16	25	3,3	1,5	1,0	1,0	2
95^e centile (µg/L)	38	49	42	19	38	4,1	2,5	2,2	2,2	3
Maximum (µg/L)	222	97	53	33	95	13,7	5,0	3,0	2,7 ²	7

¹ Moy : moyenne des concentrations du 1^{er} L, 2^e L et après 1 minute d'écoulement (1 min); compte tenu que les débits variaient entre 3,3 et 7,5 L par minute, cette moyenne représente environ les 3,3 à 7,5 premiers litres d'eau après 30 minutes de stagnation comparativement aux 5 à 50 L d'eau après une stagnation contrôlée de 30 minutes selon les chercheurs européens.

² On sait aujourd'hui qu'il n'y avait que 18 résidences sans EEP lors des échantillonnages de 2006, car la 19^e résidence avait en fait une EEP puisque sa concentration de plomb après 5 minutes d'écoulement était supérieure à 2 µg/L. Par conséquent, il y a quelques différences au niveau des statistiques des concentrations de plomb mesurées dans les maisons sans EEP de l'île de Montréal présentées en 2007 (Beausoleil et Brodeur, 2007) et celles présentées à la section 6 du présent rapport.

En 2007, les mesures de plomb dans l'eau potable avaient été réalisées de façon à mesurer le plomb dissous et le plomb particulaire (sous forme de minuscules particules de plomb). L'ensemble des mesures a permis d'observer que le plomb présent dans l'eau du robinet des résidents était presque entièrement sous forme de plomb dissous.

2.3 Évaluation du risque pour la santé des enfants qui habitent une maison avec EEP sur l'île de Montréal

La DRSP avait ensuite estimé les risques à la santé pour les enfants âgés de moins de 6 ans qui habitaient une résidence avec EEP en considérant la moyenne des concentrations moyennes de plomb mesurées au cours de la première minute d'écoulement de l'eau du robinet (1^{er} L, 2^e L et 1 min) de 111 résidences avec EEP et celles de 19 résidences sans EEP¹⁰ afin de bien représenter leur exposition à cette source de plomb. Cette évaluation a été réalisée par l'approche déterministe¹¹ du risque et en ayant recours au modèle *Integrated exposure uptake biokinetic model for lead in children* (IEUBK) (version 1.0) du *United States Environmental Protection Agency* (U.S.EPA) ainsi qu'aux paramètres d'exposition recommandés dans les *Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique pour la santé humaine dans le cadre de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et de l'examen des projets de réhabilitation de terrains contaminés* (MSSS, 2007).

Pour ce faire, toutes les valeurs par défaut proposées par le modèle IEUBK concernant l'inhalation d'air intérieur et extérieur, l'ingestion d'aliments, l'ingestion de sol et de poussières, et l'exposition maternelle ont été utilisées, sauf les taux d'ingestion d'eau du robinet pour les enfants âgés de 0 à 5 ans qui étaient tirés des *Lignes directrices* du MSSS, 2007. Les concentrations de plomb dans l'eau du robinet retenues étaient la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95% (LSIC95%) recommandée par les *Lignes directrices* ainsi que le 95^e centile de la

¹¹ L'approche déterministe permet d'estimer l'exposition d'un individu représentatif de la population en utilisant des valeurs uniques pour définir les paramètres qui entrent dans le modèle d'exposition.

moyenne du 1^{er} L, 2^e L et 1 min, soit 25 et 38 µg/L pour les maisons *avec EEP*, et 2 et 3 µg/L¹² pour les maisons *sans EEP* (Tableau 1). Toute l'eau consommée par les enfants provenait de leur résidence. Le taux d'absorption du plomb via l'ingestion d'eau potable proposé par défaut par le modèle IEUBK (50%) a été utilisé.

Les plombémies ont varié de 4,2 à 8,7 µg/dL pour les enfants de 0 à 5 ans habitant une maison *avec EEP* et de 3,1 à 4,0 µg/dL pour les enfants de 0 à 5 ans vivant dans une maison *sans EEP*. Deux éléments permettent de croire que ces évaluations surestimaient l'exposition réelle de ces enfants. D'une part, les plombémies estimées pour les enfants des maisons *sans EEP* (3,1 à 4,0 µg/dL), donc non exposés à une source particulière de plomb (air, eau, alimentation, poussières/sol et exposition maternelle), étaient significativement plus élevées que le niveau de plombémie moyen mesuré chez les enfants québécois (environ 1,9 µg/dL de sang en 2007 présenté à la Figure 3 de la section 3.2 du présent document). D'autre part, l'approche retenue en 2007 a également été utilisée afin d'estimer les niveaux de plombémie de 12 enfants âgés de 0 à 6 ans qui habitaient des maisons de Sainte-Agathe-des-Monts et pour lesquels on connaissait les concentrations de plomb mesurées dans l'eau du robinet de leur maison ainsi que leurs niveaux de plombémie mesurés. Or, toutes les plombémies estimées par notre approche pour chacun des enfants de Sainte-Agathe-des-Monts étaient plus élevées que les niveaux de plombémie réellement mesurés pour les enfants qui habitaient une maison *avec EEP* de cette municipalité; cette surestimation des niveaux de plombémie réels varie de 30% à 570%¹³.

Les résultats de ces estimations ont permis à la DRSP de conclure que les niveaux de plombémie des enfants de l'île de Montréal qui habitent une résidence *avec EEP* pourraient être un peu plus élevés que le niveau de plombémie moyen des enfants québécois, mais qu'ils ne dépasseraient pas le seuil de déclaration des MADO de 10 µg/dL de sang qui prévalait en 2007. Ils seraient également inférieurs aux niveaux de plombémie que leurs parents avaient eux-mêmes lorsqu'ils étaient jeunes (niveau de plombémie moyen d'environ 14 µg/dL au cours des années 1980) (Figure 3).

Afin de réduire ce faible risque au minimum, la DRSP avait recommandé à cette population d'envisager soit l'utilisation d'un filtre attaché au robinet ou d'un pichet filtrant certifié par l'organisme NSF pour la réduction du plomb conformément à la norme NSF/ANSI n°53, soit la consommation d'eau embouteillée. En suivant cette recommandation, les parents étaient assurés que l'exposition au plomb de leurs enfants serait semblable à l'exposition moyenne de tous les enfants québécois.

La Ville de Montréal avait également recommandé aux citoyens des résidences *avec EEP* de laisser couler l'eau du robinet quelques minutes après qu'elle soit devenue froide (fraîche en été) avant de la boire, surtout si elle a séjourné de longues heures dans les tuyaux (comme le matin ou au retour du travail).

Au début de l'année 2007, une lettre d'information a été remise aux résidents des quelques 160 000 résidences de moins de 8 logements construites avant 1970 et ayant potentiellement une *EEP* sur l'île de Montréal¹⁴. Les citoyens concernés pouvaient obtenir plus d'information auprès du personnel de la ligne Info-Eau et sur le site Internet de

¹² Le calcul du rapport de Beausoleil et Brodeur, 2007 a été réalisé à ce moment-là pour 19 résidences *sans EEP* alors qu'on sait aujourd'hui que l'une d'entre elles était une résidence *sans EEP*.

¹³ Le détail de ces estimations est présenté dans le rapport de Beausoleil et Brodeur, 2007.

¹⁴ On pouvait retrouver des EEP sur le territoire des arrondissements Ahuntsic-Cartierville, Anjou, Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce, Lachine, LaSalle, Mercier-Hochelaga-Maisonneuve, Montréal-Nord, Outremont, Plateau-Mont-Royal, Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles, Rosemont-La Petite-Patrie, Saint-Laurent, Sud-Ouest, Verdun, Ville-Marie et Villeray-Saint-Michel-Parc-Extension, ainsi que dans les villes liées de Côte-St-Luc, Hampstead, Montréal, Montréal-Est, Montréal-Ouest, Mont-Royal et Westmount.

la Ville de Montréal¹⁵ pour les questions concernant les réseaux d'aqueduc, et auprès du service Info-Santé 811 ou sur le site Internet de la DRSP¹⁶ pour toute information relative à la santé.

À plus long terme, la Ville de Montréal ainsi que les villes liées impliquées ont proposé d'éliminer leur portion publique des *EEP* de l'île de Montréal sur une période de 20 ans, de continuer d'informer les citoyens qui vivent dans des maisons *avec EEP* (dépliant, site Internet, ligne téléphonique) et de mesurer annuellement les concentrations de plomb dans l'eau du robinet de 50 résidences *avec EEP* selon les exigences du RQEP. En 2016, la Ville de Montréal a refait une nouvelle communication auprès des citoyens qui sont susceptibles d'habiter une résidence *avec EEP*. La Ville de Montréal suggérait alors aux propriétaires de résidences *avec EEP* de procéder au remplacement de la section privée de leur *EEP* et ensuite de faire une demande à la Ville pour que la section publique restante soit remplacée (Ville de Montréal, 2016). En juin 2017, la Ville de Montréal a annoncé l'adoption d'un nouveau règlement qui consiste à remplacer la section privée des *EEP* des bâtiments situés à 1,5 mètre ou moins de la ligne de propriété lors de la tenue des travaux de remplacement de la section publique (Ville de Montréal, 2017a).

3. Évolution de l'exposition au plomb

3.1 Diminution des niveaux de plomb permis dans l'environnement au cours des dernières décennies

Le plomb est naturellement présent dans la croûte terrestre. De plus, il a longtemps été utilisé dans la fabrication de nombreux biens de consommation. Toutefois, depuis les années 1970, l'exposition au plomb des Québécois a considérablement diminué grâce à des réglementations plus contraignantes visant à réduire les quantités de plomb présentes dans l'air, l'eau, les aliments et les produits de consommation (Tableau 2 et Figure 2).

¹⁵ Site Internet : <http://www.ville.montreal.qc.ca/plomb>

¹⁶ Site Internet : <http://santemontreal.ca/eaupotable>

Tableau 2. Exemples de réglementations ayant permis de réduire l'exposition au plomb des Québécois

Milieu	Date	Modification	Source
Air	1974 – 1990	Réduction de la quantité de plomb dans l'essence	Santé Canada, 2004
	Décembre 1990	Interdiction d'ajouter du plomb dans l'essence	
Eau potable	1980	Interdiction d'installer des <i>EEP</i>	Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, 1995
	Octobre 1989	Teneur maximale en plomb des soudures de tuyauterie de 0,2%	
	Avant 2001	50 µg/L après 5 minutes d'écoulement de l'eau	Gouvernement du Québec, 2001
	2001	10 µg/L après 5 minutes d'écoulement de l'eau	
Alimentation	Années 1980	Élimination des soudures au plomb des boîtes de conserve alimentaires	Santé Canada, 2004
Peintures	1976	Limite de 5 000 ppm	Santé Canada, 2004 ; Gouvernement du Canada, 2005 ; Santé Canada, 2017a
	2005	Limite de 600 ppm	
	2010	Limite de 90 ppm pour les meubles et les produits destinés aux enfants	

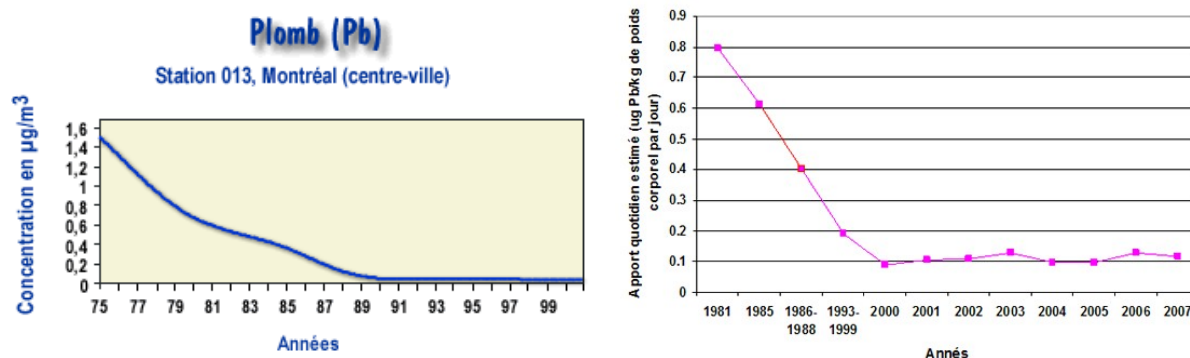


Figure 2. Exemples de réduction des concentrations de plomb dans l'air ambiant (figure de gauche) et diminution de l'apport quotidien de plomb via l'alimentation (figure de droite)

Sources : Ville de Montréal, 2017c et Gouvernement du Canada, 2016

3.2 Diminution des niveaux de plombémie des enfants

Au cours des dernières décennies, la réduction des émissions de plomb dans l'environnement a permis de diminuer de façon substantielle le niveau de plombémie de la population, y compris celui des enfants âgés de moins de 6 ans. Le Tableau 3 et la Figure 3 présentent la diminution des niveaux de plombémie moyens des jeunes enfants canadiens depuis les années 1970 jusqu'à nos jours. On constate une baisse importante des niveaux de plombémie chez les enfants, passant de 19 µg/dL de sang en 1972 à 0,67 µg/dL de sang en 2015. Même récemment, entre 2002 et 2011, le niveau moyen de plombémie a diminué de moitié.

Tableau 3. Diminution des niveaux de plombémie moyens des enfants âgés de moins de 6 ans au Canada au cours des dernières décennies

Année	Nb	Niveau de plombémie moyen ¹	Commentaires	Référence
1972	n.d.	19,0	Enfants canadiens	Health and Welfare Canada, 1992
1984	n.d.	12,0	Enfants de 4 à 6 ans du centre-ville de Toronto	Feldman et Randel, 1994
1988	n.d.	6,0	Enfants canadiens	Health and Welfare Canada, 1992
1991	88	3,2	Enfants de la ville de Montréal	Boivin et Valiquette, 1992
1992		3,5	Enfants de 4 à 6 ans du centre-ville de Toronto	Feldman et Randel, 1994
2010	306	1,35	Enfants de 1 à 5 ans vivant dans une maison avec EEP de la ville de Montréal	Levallois et et coll., 2013
2011	495	0,93	Enfants canadiens de 3 à 5 ans	Santé Canada, 2015
2013	471	0,77	Enfants canadiens de 3 à 5 ans	Santé Canada, 2017b
2015	479	0,67	Enfants canadiens de 3 à 5 ans	Santé Canada, 2017b

¹ Ce sont généralement des moyennes géométriques

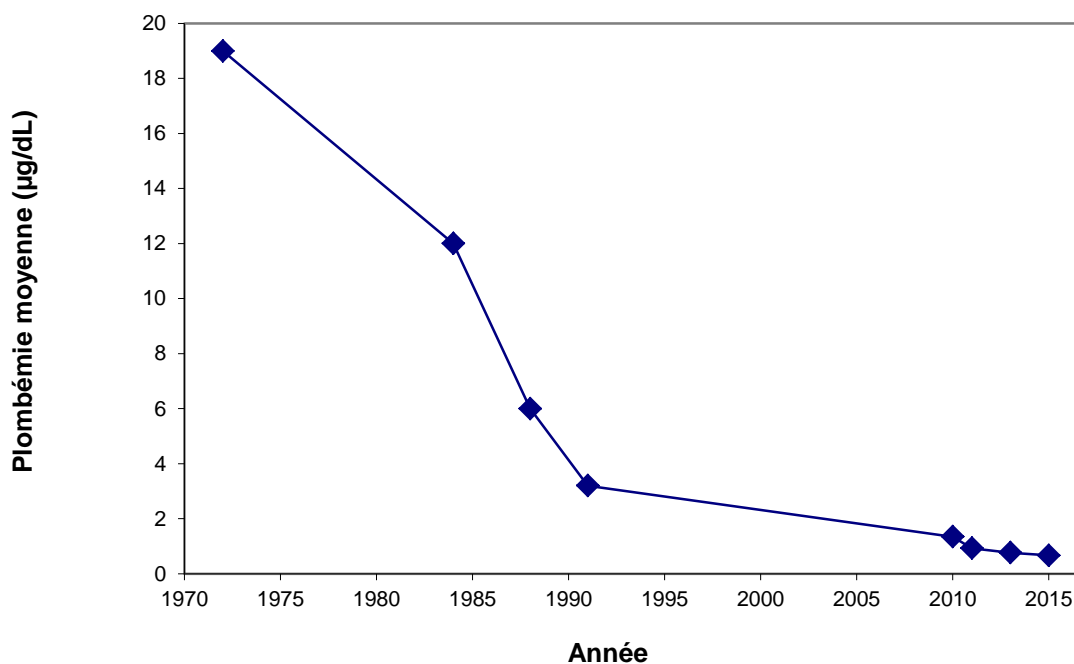


Figure 3. Diminution des niveaux de plombémie moyens chez les enfants âgés de moins de 6 ans au cours des dernières décennies (données tirées du Tableau 3)

3.3 Diminution des seuils de déclaration des maladies à déclaration obligatoire pour le plomb

Même si les niveaux de plombémie des enfants québécois sont aujourd'hui très faibles, il arrive que certains d'entre eux soient significativement plus exposés au plomb. Aussi, lorsqu'un médecin suspecte une exposition importante au plomb chez un jeune patient, il peut faire mesurer son niveau de plomb dans le sang. Si ce niveau est plus élevé que le seuil de déclaration des MADO, le médecin et le laboratoire qui a fait l'analyse sont tenus de déclarer ce résultat à la Direction de santé publique de la région concernée. La Direction régionale de santé publique vérifie alors s'il existe une source particulière de plomb dans le milieu de vie de l'enfant (à la maison, à l'école ou dans les loisirs) et si d'autres personnes de son entourage peuvent également être exposées à cette source. Lorsque la source est identifiée, des mesures de contrôle doivent être mises en œuvre afin de l'éliminer.

Sur le territoire de l'île de Montréal, en aucun cas, l'eau du robinet n'a été identifiée comme une source d'exposition au plomb pour les cas déclarés sur l'île de Montréal. De telles déclarations sont principalement observées chez des enfants exposés à de vieilles peintures au plomb qui s'écaillent (appuis de fenêtre, berceaux, poussières de rénovation, etc.) et à certains maquillages traditionnels (khôl), ainsi que chez des enfants nouvellement arrivés et qui ont été exposés à des niveaux élevés de plomb dans leur pays d'origine (Brisson et Brodeur, 2004).

En 2016, l'Institut national de santé publique du Québec a révisé les seuils de déclaration des MADO pour plusieurs substances (INSPQ, 2016b). Le seuil du plomb a été abaissé de 10 µg/dL à 5 µg/dL pour les enfants de moins de 11 ans en se basant sur les récentes diminutions des seuils de déclaration d'autres organismes de santé publique dans le monde (INSPQ, 2016a).

4. Effets du plomb sur la santé des enfants

La plombémie demeure la méthode la plus utilisée pour caractériser l'exposition humaine au plomb (ATSDR, 2007). Les effets du plomb sur la santé sont généralement exprimés en fonction des niveaux de plombémie observés chez le sujet. Il existe cependant de la variabilité entre les individus et son interprétation doit s'appuyer sur l'historique de l'exposition : une même valeur peut par exemple refléter tantôt une exposition importante mais récente, tantôt une exposition modérée mais prolongée (INSPQ, 2003).

L'intoxication aiguë survient encore occasionnellement chez le jeune enfant à des niveaux de plombémie supérieurs à 30 µg/dL (INSPQ, 2003).

Des recherches réalisées au cours des dernières décennies semblent indiquer que l'exposition prolongée au plomb chez les enfants augmenterait leur susceptibilité à présenter des difficultés d'apprentissage et des problèmes de comportement. Crump et coll., 2013, qui ont réévalué les données de la méta-analyse de Lanphear et coll., 2005, ont identifié qu'une augmentation de la plombémie chez les jeunes enfants entraînerait une diminution du quotient intellectuel (QI), et ce, même lorsque la plombémie est inférieure à 10 µg/dL. Les auteurs estiment que cet effet ne présenterait pas de seuil et serait non linéaire, c'est-à-dire que les gains de la réduction de 1 µg/dL de la plombémie sur le QI seraient plus importants chez les enfants ayant une plombémie faible. Dans cette méta-analyse, très peu de sujets présentaient une plombémie inférieure à 2 µg/dL. Les tendances rapportées ont donc été extrapolées à partir de plombémies très élevées afin d'évaluer le risque pour les enfants présentant des

plombémies très faibles comme celles qu'on retrouve au Canada¹⁷. Une incertitude persiste donc à ce niveau. Enfin, l'Agency for Toxic Substances and Disease Registry des États-Unis (ATSDR) souligne que l'impact du plomb sur le QI et sur les résultats à des tests neurocomportementaux est très faible comparativement à l'impact d'autres facteurs généralement associés à de tels effets, tel le QI des parents par exemple (ATSDR, 2007).

Les instances de santé publique reconnaissent l'effet de l'exposition au plomb sur le QI des enfants (JECFA, 2011; ANSES, 2013; Santé Canada, 2013, Lanphear et coll., 2016). Toutefois, on note une grande variabilité dans l'interprétation populationnelle de l'effet attribuable à cette association. Certains groupes, comme l'American Academy of Pediatrics, considèrent que toute modification du QI au niveau de la population est significative puisqu'elle entraîne un déplacement de la distribution des QI (Lanphear et coll., 2016). D'autres organisations ont plutôt tendance à baliser l'effet populationnel du plomb, soulignant qu'il y a des effets qu'on pourrait considérer comme négligeables et des effets significatifs sur la santé. Par exemple le groupe d'experts-conjoints de la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) et de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) considère qu'une diminution de 0,5 point de QI attribuable à l'exposition au plomb est négligeable mais qu'une diminution de 3 points de QI devient plutôt préoccupante (JECFA, 2011). Finalement, d'autres groupes d'experts, comme l'Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail, sont d'avis que la variation du QI ne peut pas être utilisée pour une évaluation sanitaire quantitative des risques à la santé (ANSES, 2013).

Nonobstant ces divergences au niveau de l'interprétation populationnelle des QI, ces connaissances invitent à la prudence et l'objectif des autorités de santé publique est de réduire le plus possible le niveau d'exposition au plomb de tous, particulièrement les jeunes enfants et les femmes enceintes. Il importe toutefois de bien caractériser les sources d'exposition de la population et d'évaluer l'impact des stratégies de contrôle potentielles avec rigueur avant d'amorcer ces démarches.

5. Concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable des écoles de l'île de Montréal en 2017

Suite à la publication du projet de consultation de Santé Canada, 2017a concernant la proposition de mesurer périodiquement le plomb dans l'eau potable de toutes les fontaines/robinets de toutes les écoles, et aux actions provinciales qui visent à favoriser la consommation d'eau potable à l'école, en remplacement des boissons sucrées, la DRSP a décidé de procéder à un échantillonnage du plomb dans l'eau potable de certaines des écoles de l'île de Montréal.

¹⁷ En 2015, le niveau de plombémie moyen était de 0,67 µg/dL chez les enfants de 3 à 5 ans (Santé Canada, 2017b).

5.1 Objectif

Au cours du mois de juin 2017, des échantillons d'eau ont été prélevés de façon aléatoire dans 51 écoles primaires ayant une classe du préscolaire¹⁸ en vue d'obtenir des données sur les concentrations de plomb dans l'eau des écoles du territoire de l'île de Montréal et d'estimer l'exposition des jeunes enfants au plomb ainsi que les risques à la santé associés.

5.2 Devis d'échantillonnage

Choix des écoles. Sur le territoire de l'île de Montréal, on compte cinq commissions scolaires (CS) : la Commission scolaire de Montréal (CSDM), la Commission scolaire English Montréal (CSEM), la Commission scolaire Lester-B.-Person (CSLBP), la Commission scolaire Marguerite-Bourgeoys (CSMB) et la Commission scolaire de la Pointe-de-l'Île (CSPI).

Toutes les CS ont accepté de participer à la présente étude. Ces CS comptent 305 écoles primaires (informations tirées des sites Internet des CS). Le Tableau 4 présente le nombre d'écoles primaires de chacune des CS ainsi que le nombre d'écoles retenues par CS en considérant qu'un total de 51 écoles ont été échantillonnées. Si certaines écoles primaires retenues ne pouvaient pas participer à l'étude, les écoles suivantes étaient alors approchées pour participer à l'étude (voir section Recrutement des écoles).

Tableau 4. Nombre d'écoles primaires retenues pour la présente étude

Commission scolaire	Nombre d'écoles primaires	Nombre d'écoles retenues ¹
CSDM	137	23
CSEM	35	5
CSLBP	35	6
CSMB	52	9
CSPI	46	8
Total	305	51

¹ Qui représente près de 17 % du nombre total d'écoles primaires

Recrutement des écoles. Le recrutement des écoles participantes s'est effectué auprès des CS. Elles étaient choisies au hasard. Les écoles étaient cependant exclues si elles ne rencontraient pas les critères d'inclusion et d'exclusion suivants : *i)* la présence d'au moins une classe du préscolaire, *ii)* la présence des enfants en classe au cours de la journée d'échantillonnage et *iii)* la tenue de travaux récents (< 6 mois) de la plomberie dans l'école. Une école pour laquelle des travaux de plomberie avaient été réalisés récemment n'était pas retenue pour l'échantillonnage.

¹⁸ Les enfants des classes de pré-maternelle ou de maternelle ont été considérés puisque la population la plus vulnérable aux effets du plomb est constituée des enfants de moins de 6 ans.

Protocole d'échantillonnage. Dans le but d'obtenir un portrait de l'exposition des jeunes enfants de moins de 6 ans au plomb dans l'eau potable des écoles primaires sur le territoire de l'île de Montréal, les prélèvements des échantillons d'eau dans les 51 écoles ont été effectués par des professionnels de la DRSP durant les journées de classe, à une fontaine (ou un robinet prévu pour la consommation, s'il n'y avait pas de fontaine) utilisée par les enfants de moins de 6 ans. Cet échantillonnage a été réalisé au cours du mois de juin 2017, mois au cours duquel les concentrations de plomb dans l'eau potable sont plus élevées durant l'année scolaire¹⁹ en raison de la température de l'eau qui est plus chaude.

Le protocole d'échantillonnage de Santé Canada (2017), légèrement modifié, a été utilisé dans la présente étude. Dans chacune des écoles, un échantillonnage aléatoire²⁰ a été effectué à une fontaine utilisée pour la consommation par les enfants du préscolaire. Pour chacune des fontaines ou robinets, 2 échantillons consécutifs de 125 ml étaient prélevés au premier jet et 2 autres échantillons consécutifs de 125 ml étaient prélevés après une minute d'écoulement, sans purge préalable ni période de stagnation²¹. Les deux échantillons de 125 mL prélevés après 1 minute d'écoulement ont été ajoutés de façon à ce que le protocole d'échantillonnage de l'eau dans les écoles ressemble à celui réalisé dans les résidences en 2007. Ces échantillons permettent également de voir la diminution des concentrations de plomb dans l'eau en fonction de l'écoulement. Des contenants de polyéthylène de 125 ml contenant 0,5 ml d'acide nitrique (HNO_3)²² 50 % (V/V)²³ à un débit de moyen à élevé (robinet)²⁴, sans retirer l'aérateur (robinet).

Le matériel utilisé pour l'échantillonnage est:

- 204 contenants de polyéthylène de 125 ml contenant 0,5 ml d'acide nitrique (HNO_3) 50 % (V/V)
- Glacières en styromousse avec agent réfrigérant (style « Ice-PakTM »).
- 2 thermomètres
- 2 chronomètres

Tous les échantillons d'eau ont été conservés à environ 4°C et ont été rapidement transportés au laboratoire après leur prélèvement.

¹⁹ Le mois de septembre est également une période propice pour obtenir des résultats plus importants que les autres mois de l'année compte tenu de la température de l'eau.

²⁰ Les prélèvements aléatoires ne peuvent pas être comparés à la norme du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) qui exige un prélèvement après 5 minutes d'écoulement. Un dépassement de cette valeur dans le présent contexte n'entraîne donc aucune infraction au RQEP.

²¹ Aucune période de stagnation n'a été volontairement établie pour les échantillonnages. Toutefois, tel que discuté à la section 5.4, une association a été observée entre certaines concentrations de plomb et la période de stagnation de l'eau puisque plusieurs prélèvements ont été effectués tôt le matin.

²² Acidification de l'échantillon à pH inférieur à 2.

²³ Tel que spécifié dans la méthode accréditée MA. 203- Mét. R.P. 1.0 (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2014).

²⁴ Le débit des fontaines d'eau ne pouvait pas être modifié; il a été qualifié de faible à haut au Tableau 11 de l'annexe 2.

5.3 Méthode d'analyse en laboratoire

Tous les échantillons d'eau ont été analysés par le laboratoire Groupe Environex qui est un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale (CEAEQ) du ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) pour le plomb dans l'eau potable (Champs d'accréditation de la chimie de l'eau et domaine d'accréditation 11) (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2017).

L'analyse des échantillons d'eau a été réalisée par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon induit par haute fréquence (ICP-MS), tel que spécifié dans la méthode accréditée MA. 203 – Mét. R.P. 1.0 du CEAEQ, en vue de doser le plomb soluble à l'acide (appelé ci-après plomb dans l'eau) (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2014; Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2012).

Pour tous les résultats d'analyse du plomb dans l'eau potable, la limite de détection (LD) du laboratoire d'analyse Groupe Environex est de 1 µg/L, à l'exception d'un échantillon d'eau où la LD est de 1,5 µg/L.

5.4 Résultats

Le Tableau 5 présente les concentrations de plomb mesurées dans l'eau des 51 fontaines des classes du préscolaire, soit le *1^{er} jet 250 mL* (moyenne des concentrations du *1^{er} 125 mL* et du *2^e 125 mL* prélevés au premier jet tel que proposé par Santé Canada, 2017a), le *1 min 250 mL* (moyenne des concentrations du *1^{er} 1 min* et du *2^e 1 min* prélevés après 1 minute d'écoulement à la suite des deux premiers échantillons prélevés au *1^{er} jet*) ainsi que la *concentration d'exposition* qui représente la moyenne du *1^{er} jet 250 mL* et du *1 min 250 mL*. L'ensemble des données est détaillé au Tableau 11 de l'Annexe 2.

Lorsqu'on considère les résultats prélevés selon la proposition de Santé Canada, 2017a, les concentrations de plomb dans l'eau du *1^{er} jet 250 mL* varient de 0,5 à 20 µg/L, avec une moyenne de 4,9 µg/L. Parmi les 51 écoles échantillonnées, 8 échantillons dépassent la valeur de 10 µg/L²⁵ et 17 échantillons excèdent la valeur de 5 µg/L²⁶, soit le tiers des échantillons d'eau. Après une minute d'écoulement, les concentrations de plomb sont beaucoup plus faibles, variant de 0,5 à 6 µg/L, avec une moyenne de 1,6 µg/L. Aucun échantillon ne dépasse 10 µg/L et 2 excèdent 5 µg/L. Enfin, lorsque l'on considère les deux périodes d'échantillonnage (*1^{er} jet 250 mL* et *1 min 250 mL*), la moyenne des *concentrations d'exposition* au plomb est de 3,2 µg/L; 1 seule concentration est supérieure à 10 µg/L et 10 concentrations excèdent 5 µg/L. Le nombre de dépassements est donc plus élevé lorsqu'on considère la valeur de 5 µg/L plutôt que la valeur de 10 µg/L.

²⁵ La norme québécoise du plomb du RQEP est de 10 µg/L après 5 minutes d'écoulement alors que l'actuelle concentration maximale acceptable de Santé Canada est de 10 µg/L en tout temps. La valeur de 10 µg/L utilisée à la section 6.1 du présent document a été retenue afin de comparer les concentrations de plomb dans l'eau mesurées dans les classes du préscolaire de l'île de Montréal à cette valeur et non pas pour déterminer le nombre de résultats hors-norme au Québec.

²⁶ Santé Canada propose d'utiliser une nouvelle concentration maximale acceptable de 5 µg/L pour le plomb total dans l'eau potable prélevé au robinet d'un consommateur (Santé Canada 2017).

Tableau 5 Concentrations de plomb dans l'eau des fontaines des classes du préscolaire de l'île de Montréal

Statistiques	Concentration de plomb dans l'eau (µg/L)		
	1 ^{er} jet 250 mL ¹	1 min 250 mL ²	Concentration d'exposition ³
Nombre total de fontaines	51	51	51
Moyenne	4,9	1,6	3,2
Écart type	4,8	1,3	2,7
LSIC95%	9,7	2,9	6,0
Minimum	0,5	0,5	0,5
5 ^e percentile	0,6	0,5	0,6
25 ^e percentile	1,4	0,5	1,3
Médiane	3	1	2,3
75 ^e percentile	7,5	2,0	4,5
90 ^e percentile	11,5	3,0	6,8
95 ^e percentile	15,0	4,3	8,8
Maximum	20	6	12,5
Nombre de concentrations >10 µg/L	8	0	1
Nombre de concentrations >5 µg/L	17	2	10

L'ensemble des concentrations mesurées dans les 51 écoles est présenté au Tableau 11 de l'Annexe 2.

¹ Moyenne des concentrations du 1^{er} 125 mL et du 2^e 125 mL prélevés au premier jet

² Moyenne des concentrations du 1^{er} 1 min et du 2^e 1 min prélevés après 1 minute d'écoulement à la suite des deux premiers échantillons prélevés au 1^{er} jet

³ Moyenne du 1^{er} jet 250 mL et du 1 min 250 mL

Lors de l'échantillonnage d'eau dans les écoles, différentes caractéristiques des écoles et des fontaines ont été notées (présentées au Tableau 11 de l'Annexe 2). La seule association significative observée entre ces caractéristiques et les concentrations de plomb dans l'eau est la durée de stagnation de l'eau avant l'échantillonnage; plus le temps écoulé depuis la dernière utilisation de la fontaine s'avérait long, plus les chances d'obtenir une concentration en plomb élevée dans l'échantillonnage du premier jet (1^{er} jet 250 mL) étaient importantes. Cette association entre la durée de stagnation et les concentrations élevées au premier jet est bien documentée dans la littérature scientifique et indique bien souvent un apport en plomb provenant de la robinetterie ainsi que d'une portion de la tuyauterie (Colin Hayes, 2010; Beausoleil et Brodeur 2007). Cette hypothèse est soutenue également par le fait qu'aucune association n'a été observée entre la stagnation et l'échantillonnage 1 min 250 mL à la même fontaine. Il n'y a pas de relation entre les concentrations de plomb dans l'eau et la date de construction du bâtiment, l'état de la fontaine, la commission scolaire, la localisation de la fontaine, le débit de la fontaine ou l'arrondissement/ville liée dans laquelle se situe l'école. De plus, on ne constate pas d'association entre les concentrations de plomb du 1^{er} jet 250 mL et celles du 1 min 250 mL.

5.5 Analyse des résultats

La littérature scientifique indique qu'il existe une grande variabilité dans les concentrations de plomb mesurées dans l'eau d'un même robinet, de même qu'au niveau des concentrations de plomb mesurées dans l'eau de différents robinets d'un même établissement (Deshommes et coll., 2016). L'échantillonnage d'eau à une seule fontaine d'une école ne représente pas parfaitement l'exposition de tous les élèves. C'est pourquoi, la DRSP a choisi des fontaines utilisées par les enfants du préscolaire qui constitue le groupe d'élèves le plus vulnérable aux effets du plomb (St-Laurent et coll., 2013) plutôt qu'à des robinets inaccessibles ou inutilisés par ceux-ci (ex : lavabo de la salle des professeurs). De plus, la DRSP a considéré qu'un enfant fréquentant une classe du préscolaire pouvait être exposé à l'ensemble des concentrations de plomb mesurées dans l'eau des fontaines des 51 écoles échantillonnées.

La littérature scientifique identifie également que les concentrations de plomb au cours d'une même journée peuvent varier grandement. C'est pour cette raison que le devis d'échantillonnage aléatoire proposé par Santé Canada, 2017a a été utilisé, car il permet d'obtenir un portrait représentatif des différentes conditions d'exposition qui pourraient être rencontrées par les élèves. Cet échantillonnage n'a cependant pas été complètement aléatoire. En effet, les prélèvements ont tous été réalisés au cours du mois de juin afin d'obtenir les concentrations de plomb les plus élevées de l'année scolaire compte tenu de la température de l'eau plus élevée qui entraîne une dissolution plus importante du plomb de la tuyauterie. Cet échantillonnage en période chaude surestime les niveaux de plomb des mois plus froids. De plus, des contraintes d'échantillonnage ont fait en sorte qu'un nombre plus important de fontaines présentant une stagnation de plus de 12 heures ont été échantillonnées comparativement à un échantillonnage complètement aléatoire. Ce sur-échantillonnage en période de stagnation devrait provoquer un accroissement du nombre de valeurs élevées et une surestimation des concentrations d'exposition moyennes. C'est pourquoi, la distribution des concentrations échantillonnées est probablement une surestimation des niveaux de plomb dans l'eau auxquels les enfants sont réellement exposés durant toute l'année scolaire.

À notre connaissance, il existe très peu de données publiques concernant les concentrations de plomb auxquelles les enfants du préscolaire sont exposés sur le territoire de l'île de Montréal²⁷. Il y a cependant l'étude de Deshommes et coll., 2016 qui a rassemblé les concentrations de plomb mesurées dans l'eau de grands bâtiments de quatre provinces canadiennes. Bien que les résultats de cette étude ne permettent pas d'extraire les données selon la province d'origine, les auteurs distinguent les concentrations mesurées dans les édifices fréquentés par les jeunes enfants (garderies et écoles) des autres édifices échantillonnés.

L'article de Deshommes et coll., 2016, présente plusieurs résultats en fonction des différents devis d'échantillonnage. Aucun de ces devis n'est identique à celui utilisé par la DRSP, mais certains présentent une bonne similitude. Au Tableau 6, l'échantillonnage *1^{er} jet 250 mL* de la DRSP est comparé au *1^{er} échantillonnage* après au moins 6 heures de stagnation (6hS-1) de Deshommes et coll., 2016, l'échantillonnage *1 min 250 mL* de la DRSP est comparé à l'échantillonnage après 5 minutes d'écoulement (5minF) de Deshommes et coll., 2016 et les *concentrations d'exposition* de la DRSP sont comparées aux *1er L* après 30 minutes de stagnation (30minS) de Deshommes et coll., 2016 (les résultats provenant de cette dernière méthode d'échantillonnage ont d'ailleurs été utilisés par Deshommes et coll. 2016 pour évaluer la plombémie sanguine des élèves). On constate que toutes les mesures réalisées par la DRSP aux fontaines des classes du préscolaire présentent des résultats similaires à ceux

²⁷ La DRSP a été mise au courant d'un dépassement de la norme du plomb dans l'eau potable du RQEP après 5 minutes d'écoulement dans 2 écoles de l'île de Montréal au cours des dernières années.

rapportés par Deshommes et coll., 2016, que l'on considère le 50^e ou 90^e percentile des concentrations. En fait, les mesures de la DRSP sont égales ou légèrement supérieures (une différence allant de 0 à 2,1 µg/L) à celles rapportées dans l'article, sauf pour les valeurs maximales qui sont beaucoup plus faibles (6,0 à 20 µg/L) que celles présentées par Deshommes et coll., 2016 (7,3 à 13 200 µg/L).

Tableau 6. Comparaison des concentrations de plomb dans l'eau des 51 écoles de l'île de Montréal (DRSP - 2017) et de milliers d'écoles et garderies de 4 provinces canadiennes (Deshommes et coll., 2016)

Source	Nombre d'échantillons	Mesure	Concentration de plomb dans l'eau (µg/L)		
			50 ^e	90 ^e	Maximum
DRSP - 2017	51	1 ^{er} jet 250 mL	3	11,5	20
Deshommes et coll., 2016	31 679	1 ^{er} échantillon après au moins 6 heures de stagnation (6hS-1)	1,8	11,0	13 200
DRSP - 2017	51	1 min 250 mL	1	3,0	6
Deshommes et coll., 2016	57	Après 5 minutes d'écoulement (5minF)	0,7	3,0	7,3
DRSP - 2017	51	Concentration d'exposition	2,3	6,8	12,5
Deshommes et coll., 2016	31 061	1 ^{er} L après 30 minutes de stagnation (30minS)	1,0	4,7	3 890

Plusieurs facteurs peuvent expliquer les différences entre les valeurs de la DRSP et celles de Deshommes et coll., 2016. Les données de la DRSP ne concernent que les concentrations de plomb dans l'eau potable sur l'île de Montréal tandis que Deshommes et coll., 2016 rapportent les données de plusieurs municipalités situées dans 4 provinces canadiennes. La qualité de l'eau de certaines des 341 municipalités où ont été réalisés les échantillonnages pouvait favoriser la dissolution du plomb (voir figure 3c de l'article de Deshommes et coll., 2016) alors que l'eau distribuée sur l'île de Montréal n'est pas agressive (Beausoleil et Brodeur, 2007). De plus, les protocoles d'échantillonnage et les méthodes d'analyse utilisés dans les études rassemblées par Deshommes et coll. 2016 sont très variables et peuvent être différents de ceux utilisés par la DRSP.

6. Évaluation des risques – estimation de la plombémie des enfants qui fréquentent les classes du préscolaire

L'objectif de ce document est de déterminer le risque, et par conséquent la plombémie, pour les enfants qui fréquentent les classes du préscolaire de l'île de Montréal, en tenant compte de leur exposition au plomb provenant de toutes les sources, y compris la consommation d'eau potable à la maison et à l'école. Pour ce faire, le modèle *Integrated exposure uptake biokinetic model for lead in children* (IEUBK) (version 1.1) du U.S.EPA, 2010 a été retenu. Ce modèle a été utilisé et testé par différents auteurs et organismes au cours des dernières années, et plusieurs de ces analyses ont été réalisées dans un contexte québécois (Beausoleil et Brodeur, 2007; Deshommes et coll., 2016).

Deux types d'approches ont été retenus : l'approche déterministe et l'approche probabiliste. L'approche déterministe permet d'estimer l'exposition d'un individu représentatif de la population en utilisant des valeurs uniques pour définir les paramètres qui entrent dans le modèle d'exposition. L'approche probabiliste permet d'estimer l'exposition d'une population d'individus à l'aide de distributions statistiques de valeurs pour définir les paramètres qui entrent dans le modèle d'exposition (Valcke et coll., 2012). Les principes et les valeurs d'exposition suggérées par l'INSPQ (Valcke et coll., 2012) ont généralement été utilisés.

6.1 Estimation de la plombémie des enfants de 5-6 ans selon l'approche déterministe

Les données d'exposition au plomb utilisées pour estimer la plombémie des enfants du préscolaire de l'île de Montréal selon une analyse déterministe sont présentées au Tableau 13 de l'Annexe 3. Lors de ces analyses, tous les paramètres d'exposition sont maintenus constants (ex. temps passé à l'extérieur, quantité de sol ingéré, etc.). Ce sont généralement des données tirées des *Lignes de conduite* de l'INSPQ (Valcke et coll., 2012) ou de Fouchécourt et coll., 2005. La consommation d'eau à l'école a été fixée à 30% de la consommation quotidienne totale (30% de 1,198 L/jour selon Valcke et coll., 2012). Différentes concentrations de plomb ont été retenues pour l'eau du domicile (limite supérieure de l'intervalle de confiance (LSIC95%) de 1,4 µg/L pour les résidences *sans EEP*²⁸ et LSIC95% de 24,9 µg/L pour les résidences *avec EEP*) et pour l'eau de l'école (concentration maximale du 1^{er} jet 250 mL de 20 µg/L, valeur fixée à 10 µg/L (concentration maximale acceptable actuelle de Santé Canada), valeur fixée à 5 µg/L (nouvelle concentration maximale acceptable proposée par Santé Canada, 2017a) et valeur médiane des *concentrations d'exposition* de 2,3 µg/L) (Tableau 7). Les plombémies estimées pour un enfant de 5-6 ans de l'île de Montréal sont présentées au Tableau 7 ainsi qu'à la Figure 4.

²⁸ Bien qu'on ait seulement des mesures de concentration de plomb dans l'eau pour 18 résidences *sans EEP*, de nombreuses autres mesures ont été réalisées dans d'autres résidences *sans EEP* depuis 10 ans et les résultats sont semblables.

Tableau 7. Estimation des plombémies à l'aide du modèle IEUBK pour un enfant de 5-6 ans de l'île de Montréal selon différentes concentrations de plomb dans l'eau du domicile et de l'école

Concentration de plomb dans l'eau du domicile	Concentration de plomb dans l'eau à l'école			
	Maximum de 20 µg/L	Valeur fixée à 10 µg/L	Valeur fixée à 5 µg/L	Médiane de 2,3 µg/L
Résidence <i>sans EEP</i> (LSIC95% : 1,4 µg/L ¹)	2,2	1,8	1,6	1,5
Résidence <i>avec EEP</i> (LSIC95% : 24,9 µg/L)	4,4	4,0	3,8	3,7

¹ La LSIC95% des résidences *sans EEP* du rapport de Beausoleil et Brodeur 2007 a été modifiée pour ne retenir que 18 résidences *sans EEP*. En effet, on sait aujourd'hui que la 19^e résidence *sans EEP* qui avait présenté les concentrations de plomb maximales au Tableau 1 du présent document devait être *avec EEP* puisqu'elle présentait une concentration de plomb après 5 minutes d'écoulement > 2 µg/L (Deshommes et coll., 2013).

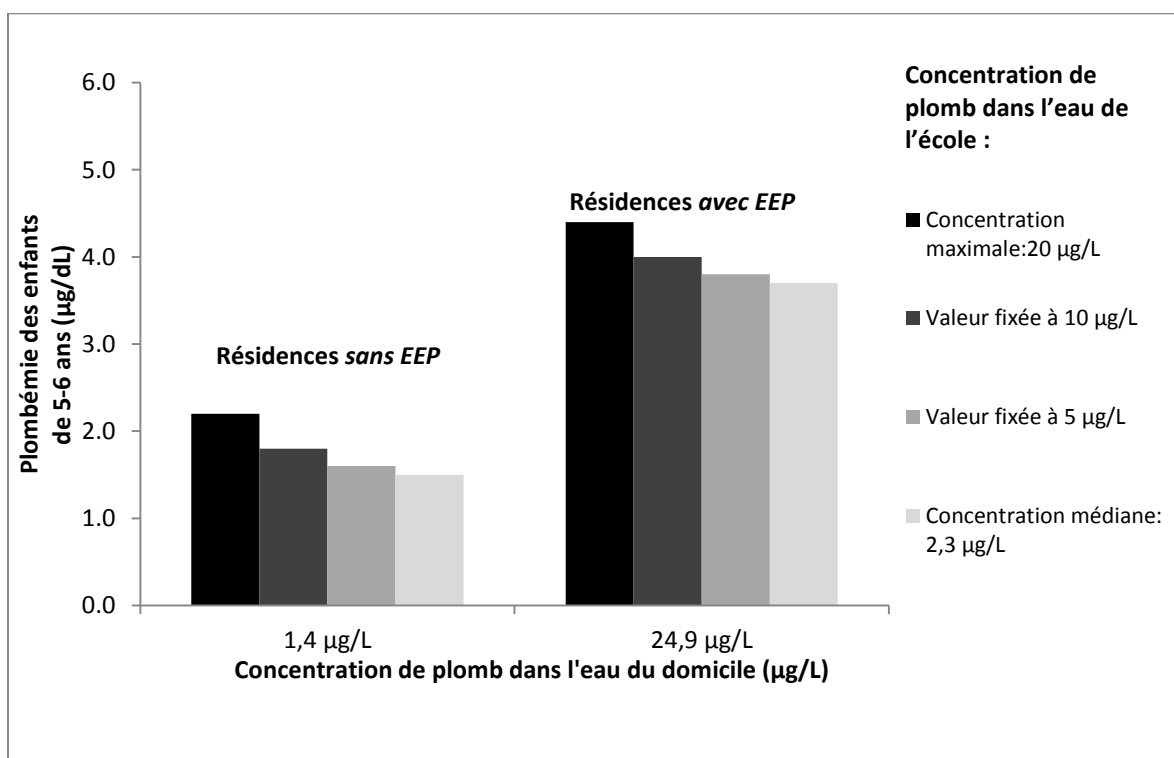


Figure 4. Comparaison des plombémies estimées à l'aide du modèle IEUBK pour un enfant de 5-6 ans qui vit dans des résidences *sans EEP* ou *avec EEP* sur l'île de Montréal, selon 4 concentrations de plomb dans l'eau de l'école

On remarque que la plombémie d'un enfant de 5-6 ans de l'île de Montréal est bien plus largement influencée par les concentrations de plomb dans l'eau de la résidence qu'il habite que par celles de l'école qu'il fréquente. Ainsi, la plombémie d'un enfant ayant une *EEP* à son domicile (concentration moyenne de plomb dans l'eau de 24,9 µg/L) et une exposition modeste à l'école (concentration d'exposition médiane de 2,3 µg/L) reste supérieure à la plombémie d'un enfant exposé à une concentration de plomb à son domicile *sans EEP* (1,4 µg/L), mais à des niveaux élevés à l'école (concentration d'exposition maximale de 20 µg/L). Soulignons qu'à notre avis, ces niveaux de plombémie sont surestimés en raison de l'utilisation du modèle IEUBK (section 2.3). De plus, il s'agit des niveaux de plombémie estimés pour l'été, saison au cours de laquelle les concentrations de plomb dans l'eau sont significativement plus élevées que celles d'hiver.

6.2 Estimation de la plombémie des enfants de 5-6 ans selon l'approche probabiliste

Une approche probabiliste a également été utilisée afin d'estimer les niveaux de plombémie de la population d'enfants de 5-6 ans qui fréquentent une classe du préscolaire sur le territoire de l'île de Montréal (Annexe 4). L'objectif de cette approche était de voir si l'application d'une valeur limite de 5 µg/L dans l'eau des écoles, tel que proposé par Santé Canada, 2017a, aurait un impact significatif sur les niveaux de plombémie de ces enfants.

Les paramètres d'exposition au plomb retenus n'ont pas varié : ce sont les paramètres de l'approche déterministe recommandés par les *Lignes de conduite* de l'INSPQ (ex. temps passé à l'extérieur, quantité de sol ingéré, etc.), sauf la quantité d'eau bue au cours d'une journée qui a été fixée à 1,478 L/jour, soit la quantité moyenne + 1 écart-type des valeurs probabilistes recommandées par l'INSPQ (Valcke et coll., 2012) (Tableau 13 de l'annexe 3). La consommation d'eau à l'école a été fixée à 30% de la quantité totale d'eau bue, soit 0,443 L/jour. Par contre, les données d'exposition (concentrations de plomb dans l'air, les sols, les poussières et l'eau) ont varié afin d'obtenir une distribution des plombémies des enfants. Le modèle a échantillonné, de façon aléatoire, 50 000 fois des valeurs dans ces distributions permettant ainsi d'obtenir 50 000 niveaux de plombémie pour chacun des deux scénarios décrits au paragraphe suivant. Ces deux distributions de plombémies représentent les niveaux de plomb sanguins pour l'ensemble d'une population de jeunes enfants. Pour réaliser cette analyse, le logiciel SAS 9.1 a été couplé au logiciel IEUBK (version 1.1).

Les deux scénarios examinés utilisent les mêmes valeurs et les mêmes distributions de valeurs dans le modèle IEUBK, à l'exception des concentrations de plomb dans l'eau de l'école (Tableau 8). Le premier scénario utilise les *concentrations d'exposition* (dernière colonne du Tableau 5) afin de créer une distribution des concentrations de plomb dans l'eau des écoles de l'île de Montréal qui soit représentative de l'exposition des enfants du préscolaire. Cette façon de faire a été retenue car ces concentrations donnent une image conservatrice, mais juste, de l'exposition de ces enfants et parce qu'elle permet une comparaison cohérente avec l'étude de Deshommes et coll., 2016 qui rapporte les concentrations de plomb mesurées dans l'eau de grands bâtiments de quatre provinces canadiennes. Le second scénario utilise les mêmes concentrations d'exposition que dans le premier scénario, mais les valeurs supérieures à 5 µg/L de plomb dans l'eau ont été éliminées (ce qui donne une moyenne de 2,1 µg/L et

un écart-type de 1,3 µg/L)²⁹. La comparaison de ces deux scénarios permet d'apprécier l'impact de l'application d'une valeur limite de 5 µg/L dans l'eau des écoles sur la plombémie des enfants.

Tel que présenté au Tableau 8, les niveaux de plombémie des deux scénarios sont similaires : moyenne des plombémies de 1,90 µg/dL pour le scénario 1 (scénario actuel) et de 1,88 µg/dL pour le scénario 2 (dans lequel une valeur limite de plomb dans l'eau de 5 µg/L serait en vigueur). Selon les hypothèses et les choix retenus, 4,76% des enfants de 5-6 ans de l'île de Montréal pourraient présenter une plombémie supérieure au seuil de déclaration MAD0 (5 µg/dL), principalement en raison de la présence d'une *EEP* dans leur résidence. Dans l'éventualité où une valeur limite de 5 µg/L de plomb dans l'eau serait mise en place pour les écoles, on n'obtiendrait qu'une très faible réduction du pourcentage des plombémies supérieures au seuil de déclaration des MAD0 de 0,09% seulement.

Tableau 8. Distribution de la plombémie estimée chez les enfants des classes du préscolaire sur l'île de Montréal selon deux scénarios d'une approche probabiliste

Statistiques	Scénario 1	Scénario 2	Différence de plombémies (µg/dL)
	Concentrations de plomb dans l'eau des écoles	Concentrations de plomb dans l'eau des écoles, auxquelles les valeurs > 5 µg/L ont été éliminées ¹	
	Plombémie estimée (µg/dL)		
Moyenne	1,90	1,88	0,02
5 ^e percentile	0,67	0,65	0,02
25 ^e percentile	0,95	0,92	0,03
50 ^e percentile	1,34	1,31	0,03
75 ^e percentile	2,13	2,10	0,03
95 ^e percentile	4,90	4,86	0,04
Pourcentage d'enfants avec une plombémie > 5 µg/dL	4,76 %	4,67 %	0,09 %

¹ Ceci ne signifie pas qu'aucune concentration de plomb dans l'eau prédite par le modèle ne sera supérieure à 5 µg/L, mais le nombre de valeurs supérieures à 5 µg/L sera considérablement réduit comparativement au premier scénario. Ainsi, 16,9% des concentrations de plomb dans l'eau sont supérieures à 5 µg/L dans le premier scénario comparativement à 3,6% pour le deuxième scénario. Ceci semble cohérent puisque même après l'adoption d'une valeur limite, certaines concentrations peuvent continuer de dépasser cette valeur.

²⁹ Ceci ne signifie pas qu'aucune concentration de plomb dans l'eau prédite par le modèle ne sera supérieure à 5 µg/L, mais le nombre de valeurs supérieures à 5 µg/L sera considérablement réduit comparativement au premier scénario. Ainsi, 16,9% des concentrations de plomb dans l'eau sont supérieures à 5 µg/L dans le premier scénario comparativement à 3,6% pour le deuxième scénario. Ceci semble cohérent puisque même après l'adoption d'une valeur limite, certaines concentrations peuvent continuer de dépasser cette valeur.

À notre avis, l'utilisation du modèle IEUBK et des hypothèses utilisées dans cette approche probabiliste (comme l'utilisation d'une consommation de 0,443 L d'eau par jour à l'école) surestime les niveaux de plombémie des enfants de 5-6 ans de l'île de Montréal. En effet, leur plombémie moyenne estimée serait de 1,90 µg/dL selon le scénario 1 alors que la plombémie moyenne des enfants canadiens de 3 à 5 ans était de 0,67 µg/dL en 2015 (Santé Canada, 2015).

De plus, les niveaux de plombémie sont estimés à partir des concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable durant l'été. On sait qu'au cours de la saison froide, les concentrations de plomb sont significativement moins élevées. Les niveaux de plombémie du reste de l'année seraient plus faibles que ceux estimés ici.

De façon générale, les niveaux de plombémie estimés par l'approche déterministe et probabiliste pour les enfants qui fréquentent des classes du préscolaire sur l'île de Montréal se comparent assez bien avec ceux présentés pour les écoles des quatre provinces canadiennes par Deshommès et coll., 2016. Ce n'est qu'au niveau des concentrations de plomb mesurées dans l'eau des écoles ayant les niveaux les plus élevés qu'on note une différence : la plombémie de 4,4 µg/dL (estimée pour un enfant qui vit dans une résidence avec EEP et qui consomme la concentration 1^{er} jet 250 mL la plus élevée (20 µg/L) par la méthode déterministe) et le 95^e percentile des plombémies de 4,90 µg/L (estimé à l'aide du scénario probabiliste), comparativement à une plombémie de 15 µg/dL (estimée à partir de la concentration de plomb dans l'eau de 412 µg/L du pire scénario à l'école observée dans les quatre provinces canadiennes). Nous sommes toutefois en accord avec la conclusion de l'auteur stipulant que les niveaux de plomb émis par la majorité des fontaines à l'école ne contribuent pas à une augmentation significative des plombémies des enfants.

7. Conclusion

Les jeunes enfants, principalement les enfants âgés de moins de 6 ans, sont les personnes les plus vulnérables aux effets nocifs du plomb. Or, depuis les années 1970, l'exposition au plomb des Québécois a considérablement diminué grâce à des réglementations plus contraignantes visant à réduire les quantités de plomb présentes dans l'air, l'eau, les aliments et les produits de consommation. Par conséquent, les niveaux de plombémie des jeunes enfants ont diminué de façon considérable, passant de 19 µg/dL en 1972 à 0,67 µg/dL en 2015, ce qui représente une diminution de 96%.

Au début de l'année 2017, Santé Canada a publié, pour consultation, un document intitulé « *Le plomb dans l'eau potable* » dans le but de mettre à jour sa recommandation sur la qualité de l'eau potable. Il propose, notamment, d'abaisser la concentration maximale acceptable de plomb dans l'eau potable de 10 µg/L à 5 µg/L et de mesurer chaque année les teneurs en plomb de chaque fontaine ou de chaque robinet des écoles et des garderies. Parallèlement, le Québec vise à favoriser la promotion de la consommation d'eau et la réduction de la consommation des boissons sucrées par les élèves dans les écoles.

La Direction régionale de santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal (DRSP) a donc jugé pertinent d'évaluer les risques du plomb pour la santé des enfants de 5-6 ans de l'île de Montréal, en tenant compte de leur consommation d'eau potable à l'école.

La DRSP a d'abord tenu compte des concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable des résidences de l'île de Montréal. Une évaluation des risques effectuée en 2007 avait démontré que les concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable des résidences sans entrée d'eau en plomb (*sans EEP*) sont beaucoup plus faibles que celles des résidences avec une entrée d'eau en plomb (*avec EEP*). De plus, alors qu'aucune concentration de plomb dans l'eau des résidences *sans EEP* ne dépasse la proposition de 5 µg/L de Santé Canada, presque toutes les concentrations de plomb mesurées dans l'eau des maisons *avec EEP* excèdent cette proposition.

Afin de tenir compte également de l'exposition au plomb à l'école, la DRSP a effectué, en juin 2017, un échantillonnage de l'eau d'une fontaine dédiée aux enfants des classes du préscolaire dans 51 écoles de l'île de Montréal. Les concentrations de plomb ainsi mesurées ne sont pas très élevées et diminuent beaucoup après 1 minute d'écoulement. Le tiers des échantillons d'eau au premier jet excèdent toutefois la valeur de 5 µg/L proposée par Santé Canada.

Afin de connaître le risque à la santé associé à l'exposition au plomb chez les enfants du préscolaire de l'île de Montréal, la DRSP a estimé la plombémie des enfants de 5–6 ans exposés à toutes les sources de plomb, y compris la consommation d'eau potable, à l'aide de modèles et selon deux approches d'exposition : l'approche déterministe et l'approche probabiliste.

L'évaluation déterministe démontre que la plombémie d'un enfant de 5-6 ans de l'île de Montréal est bien plus largement influencée par les concentrations de plomb dans l'eau de la résidence qu'il habite que par celles de l'école qu'il fréquente : les niveaux de plombémie estimés pour les enfants de 5–6 ans habitant une résidence *avec EEP* sont en effet près de deux fois plus élevés que ceux des enfants vivant dans une résidence *sans EEP*, peu importe la consommation d'eau à l'école.

L'approche probabiliste indique que les gains associés à l'application de la proposition de Santé Canada de limiter la concentration maximale acceptable de plomb dans l'eau potable à 5 µg/L dans les écoles seraient minimes au niveau des plombémies : on n'observerait alors qu'une petite diminution de 0,02 µg/dL au niveau des plombémies

moyennes des enfants et une faible diminution de 0,09% du pourcentage d'enfants ayant une plombémie supérieure à 5 µg/dL.

Soulignons qu'à notre avis, ces niveaux de plombémie sont surestimés en raison de l'utilisation du modèle IEUBK. De plus, les niveaux de plombémie ont tous été estimés pour l'été alors que les concentrations de plomb dans l'eau sont significativement plus élevées en raison de la température de l'eau plus chaude, alors que durant le reste de l'année scolaire, les niveaux de plombémie seraient plus faibles que ceux estimés ici. Enfin, l'association significative observée entre la durée de stagnation de l'eau avant l'échantillonnage dans les écoles et les concentrations plus élevées de plomb mesurées dans l'eau indique aussi que l'exposition des élèves de 5-6 ans n'a pas été sous-estimée.

Aussi, tout comme en 2007, la DRSP considère, que le risque du plomb dans l'eau potable pour la santé des jeunes enfants est faible sur l'île de Montréal. L'intervention la plus efficace pour réduire l'exposition au plomb consiste à changer toute la tuyauterie en plomb de l'entrée d'eau des résidences *avec EEP*, tant la section publique que la section privée. Entretemps, les recommandations de la DRSP (envisager, soit l'utilisation d'un filtre attaché au robinet ou d'un pichet filtrant certifié par l'organisme NSF pour la réduction du plomb conformément à la norme NSF/ANSI n°53, soit la consommation d'eau embouteillée) et celles de la Ville de Montréal (laisser couler l'eau du robinet quelques minutes après qu'elle soit devenue froide (fraîche en été) avant de la boire, surtout si elle a séjourné de longues heures dans les tuyaux (comme le matin ou au retour du travail)) demeurent toujours appropriées pour les femmes enceintes (pour l'enfant à naître) et pour les enfants de moins de 6 ans qui habitent une résidence *avec EEP* sur l'île de Montréal.

En ce qui concerne les concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable des classes du préscolaire des 51 écoles échantillonnées sur l'île de Montréal, la DRSP considère que la consommation d'eau potable à l'école ne contribue pas de façon importante à la plombémie des enfants de 5-6 ans des écoles primaires. Dans ce contexte, favoriser la consommation d'eau à l'école apparaît tout à fait acceptable. Bien qu'il soit très possible qu'à certaines occasions, une concentration de plomb très élevée puisse être mesurée dans l'eau des écoles, la DRSP considère que ce phénomène serait relativement rare et très transitoire, et ne changerait pas ses conclusions concernant les risques à la santé pour les enfants.

Annexe 1. Concentrations de plomb dans l'eau potable des résidences de l'île de Montréal

Tableau 9. Concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable de 130 résidences avec EEP ou sans EEP sur le territoire de l'île de Montréal - 2007

Résidences avec une entrée de service d'eau en plomb ¹					Résidences sans entrée de service d'eau en plomb					Résidences avec une entrée de service d'eau en plomb ¹					Résidences sans entrée de service d'eau en plomb				
1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moy ²	1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moy ²	1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moy ²	1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moy ²
Résidences d'après-guerre					Résidences d'après-guerre					Résidences de moins de 8 logements construites avant 1970					Résidences de moins de 8 logements construites avant 1970				
5,9	5,4	5,7	5	5,7	0,8	0,5	0,4	0,3	0,6	7,0	7,1	7,5	6,7	7	2,6	1,1	0,4	0,2	1,4
57,5	69,3	31,9	20,9	52,9	0,8	0,3	0,2	0,2	0,4	10,7	12,1	25,0	10,8	15,9	1,3	1,0	0,6	0,4	1,0
28,6	26,3	11,5	9,8	22,1	1,1	0,7	0,3	0,2	0,7	7,1	7,3	9,5	7,0	8,0	2,1	1,4	0,9	0,9	1,5
42,5	45,0	12,2	11,4	33,2	0,3	0,7	0,2	0,2	0,4	7,6	5,6	7,7	5,4	7,0	1,9	1,2	0,8	0,7	1,3
17,5	17,7	12,0	10,8	15,7	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	13,4	15,0	9,9	8,9	12,8	2,3	2,2	2,1	2,7	2,2
21,0	32,2	28,2	12,6	27,1	0,9	0,6	0,4	0,3	0,6	13,9	15,0	30,8	12,3	19,9	0,9	0,5	0,5	0,4	0,6
19,6	31,1	5,9	5,2	18,9	0,8	0,4	0,2	0,2	0,5	12,5	13,2	14,3	12,6	13,3	0,6	0,3	0,2	0,2	0,4
35,4	42,1	18,7	16,4	32,1						9,8	12,4	8,2	5,6	10,1	1,1	0,3	0,2	0,1	0,5
11,4	47,7	9,8	9,1	23,0						4,4	5,7	8,0	4,1	6,0	3,0	1,4	0,8	0,7	1,7
18,9	18,7	39,1	15,9	25,6						4,1	5,3	7,3	3,9	5,6	0,7	0,5	0,4	1,7	0,5
26,3	61,7	18,9	16,7	35,6						10,9	12,1	11,3	6,5	11,4	1,8	1,4	0,7	0,6	1,3
26,7	39,3	42,5	17,0	36,2						44,7	9,1	7,7	7,0	20,5	13,7	5,0	3,0	2,2 ³	7,2
16,9	16,8	15,4	12,8	16,4						9,7	9,3	22,1	8,3	13,7					
28,6	35,7	12,9	12,2	25,7						12,8	27,2	11,6	10,3	17,2					
13,2	48,8	10,5	9,3	24,2						6,9	6,8	5,0	4,5	6,2					
26,2	45,7	34,3	13,7	35,4						6,5	6,3	6,1	5,7	6,3					
18,9	44,5	16,4	14,6	26,6						3,7	5,0	5,9	3,1	4,9					
9,6	14,9	9,6	7,9	11,4						17,6	24,5	34,9	14,8	25,7					
10,7	13,2	10,9	8,8	11,6						13,2	12,9	16,7	8,6	14,3					
33,0	59,4	24,3	18,5	38,9						5,6	7,3	5,7	4,4	6,2					
17,8	20	14,1	10,7	17,3						20,8	26,3	41,7	19,1	29,6					
35,7	34,2	11,3	9,9	27,1						40,4	96,5	35,7	33,3	57,5					
17,7	34,6	15,0	9,8	22,4						7,1	7,2	8,6	7,1	7,6					
11,8	15,0	12,0	10,0	12,9						6,2	6,6	4,9	4,5	5,9					
16,9	49,0	14,8	11,5	26,9						12,2	14,1	8,5	7,7	11,6					
18,4	20,7	35,4	13,9	24,8						6,4	16,9	5,2	5,1	9,5					
20,0	33,1	18,6	9,5	23,9						5,3	4,8	4,9	4,9	5,0					
24,2	48,8	43,4	16,2	38,8						5,9	5,6	20,6	5,0	10,7					
20,5	41,7	14,7	12,9	25,6						6,2	6,4	9,2	3,9	7,3					
22,0	40,6	33,4	15,8	32,0						27,1	27,8	45,6	22,7	33,5					
23,6	31,2	6,5	6,5	20,4						21,0	29,3	51,6	19,1	34,0					
13,6	14,5	35,4	11,4	21,2						19,1	18,7	35,6	17,0	24,5					
13,2	16,7	9,0	8,1	13,0						17,3	17	15,7	14,5	16,7					
17,2	39,5	12,9	12,0	23,2						15,1	19	19,2	10,7	17,8					
11,7	35,0	11,6	10,3	19,4						6,7	7,1	22,5	6,0	12,1					
27,7	43,5	38,8	16,3	36,7						9,9	11,3	18,6	9,0	13,3					
206,9	38,3	40,0	13,2	95,1						36,3	36,1	10,4	9,7	27,6					
15,2	24,3	14,0	11,9	17,8						8,1	14,4	7,4	6,8	10,0					

Résidences avec une entrée de service d'eau en plomb ¹					Résidences sans entrée de service d'eau en plomb					Résidences avec une entrée de service d'eau en plomb ¹					Résidences sans entrée de service d'eau en plomb				
1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moy ²	1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moy ²	1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moy ²	1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moy ²
21,0	30,0	10,9	10,0	20,6						12,0	11,1	9,8	9,2	11,0					
10,3	14,3	5,4	5,0	10,0						8,7	12,0	6,0	5,5	8,9					
14,1	14,8	24,8	12,8	17,9						17,6	41,5	11,4	10,5	23,5					
17,5	23,4	13,9	12,2	18,3						14,4	16,8	12,5	11,1	14,6					
5,8	7,3	16,9	4,4	10,0						222,1	32,4	21,4	17,3	92,0					
11,6	13,0	18,3	8,2	14,3						21,0	31,5	19,0	16,4	23,8					
										14,9	15,4	52,7	12,0	27,7					
										4,2	4,3	7,7	4,5	5,4					
										7,6	9,4	8,4	7,9	8,5					
										13,2	12,4	25,6	10,5	17,1					
										7,7	7,8	7,4	7,1	7,6					
										6,8	7,0	6,9	5,9	6,9					
										23,2	23,3	24,9	20,5	23,8					
										10,2	9,5	8,6	7,4	9,4					
										15,3	14,7	13,1	12,3	14,4					
										14,6	18,6	15,3	14,4	16,2					
										17,6	16,1	18,2	9,7	17,3					
										15,7	22,6	15,8	13,8	18,0					
										21,8	21,5	25,2	14,8	22,8					
										12,2	13,2	13,3	11,1	12,9					
										4,8	3,8	6,0	2,7	4,9					
										13,7	13,8	33,8	13,4	20,4					
										10,5	17,6	12,4	10,7	13,5					
										14,5	26,7	43,0	14,0	28,1					
										9,3	10,5	17,5	10,4	12,4					
										13,0	19,7	13,1	10,2	15,3					
										9,9	9,6	23,2	7,8	14,2					
										3,0	2,6	3,2	2,8	2,9					
										13,4	17,0	12,3	10,0	14,2					

¹ En 2007, les mesures de plomb dans l'eau potable avaient été réalisées de façon à mesurer le plomb dissous et le plomb particulaire (sous forme de minuscules particules de plomb). L'ensemble des mesures a permis d'observer que le plomb présent dans l'eau du robinet des résidents était presque entièrement sous forme de plomb dissous; seuls deux échantillons d'eau avaient montré des concentrations élevées de plomb dans l'eau du 1^{er} L (206,9 et 222,1 µg/L) et seuls ces deux échantillons ont présenté une proportion élevée de plomb particulaire (85-90%). L'hypothèse la plus plausible pour expliquer ces exceptions serait que de minuscules particules de plomb se détacheraient de la tuyauterie de ces 2 maisons (provenant du robinet, des soudures ou de l'EEP) et s'accumuleraient dans l'aérateur du robinet. À l'occasion, ces particules passeraient à travers l'aérateur au moment de l'ouverture du robinet. Ces particules n'auraient cependant plus d'impact sur les concentrations de plomb mesurées après quelques secondes d'écoulement. Le rapport de Beausoleil et Brodeur, 2007 explique plus en détail ce phénomène. Une vérification avait également été faite afin de s'assurer qu'on ne retrouvait pas de plomb particulaire sous valence +4 (Pb IV), ce qui n'a pas été observé dans l'eau du robinet de ces maisons.

² Moy : moyenne des concentrations de plomb mesurées dans le 1^{er} L, le 2^e L et le 1 min de chacune des maisons échantillonnées

³ On sait aujourd'hui que cette résidence possédait une EEP.

Tableau 10. Statistiques des concentrations de plomb mesurées dans l'eau potable de 130 résidences avec EEP ou sans EEP sur le territoire de l'île de Montréal - 2007

	Toutes les résidences de moins de 8 logements construites avant 1970 avec EEP					Toutes les résidences de moins de 8 logements construites avant 1970 sans EEP				
	1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moyenne ¹	1 ^{er} L	2 ^e L	1min	5min	Moyenne ¹
Nombre	111	111	111	111	111	19	19	19	19	19
% >norme	-	-	-	53 %	-	-	-	-	0 %	-
Minimum	3	3	3	3	3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3
Moyenne	19	22	18	11	20	2,0	1,0	0,7	0,7	1
LSIC95%	25	27	23	16	25	3,3	1,5	1,0	1,0	2
95^e centile	38	49	42	19	38	4,1	2,5	2,2	2,2	3
Maximum	222	97	53	33	95	13,7	5,0	3,0	2,7 ²	7

¹ Moyenne : Il s'agit, par exemple, du 95^e centile de la distribution de toutes les moyennes du 1^{er} L, 2^e L et 1 min dans toutes les résidences.

² On sait aujourd'hui que cette résidence possédait une EEP.

Annexe 2. Concentrations de plomb dans l'eau des fontaines du préscolaire de l'île de Montréal

Tableau 11. Concentrations de plomb mesurées aux fontaines des classes du préscolaire des 51 écoles de l'île de Montréal – 2017

Date	Heure	Température de l'eau (°C)	Année de construction	Étage	État du robinet	Débit	Stagnation	Concentration de plomb dans l'eau (µg/L) ¹						
								1 ^{er} 125 mL	2 ^e 125 ml	1 ^{er} jet 250 mL	1 ^{er} 1 min	2 ^e 1 min	1 min 250 mL	Concentration d'exposition
06-06-17	8h35	15	1916	2 ^e	Mauvais	Haut	nd	1	1	1,0	0,5	0,5	0,5	0,8
06-06-17	9h25	16	1954	2 ^e	Bon	nd	nd	4	3	3,5	2	2	2,0	2,8
06-06-17	10h08	14	1958	Rdc	Bon	nd	aucune	1	1	1,0	0,5	0,5	0,5	0,8
06-06-17	10h32	14	2001	Rdc	Bon	nd	nd	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
06-06-17	10h54	14	1983	Rdc	Bon	Faible	nd	2	0,5	1,3	0,5	0,5	0,5	0,9
06-06-17	11h19	15	1985	Rdc	Bon	Moyen	aucune	18	3	10,5	1	1	1,0	5,8
06-06-17	13h00	14	1957	Rdc	Bon	nd	aucune	1	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,6
06-06-17	13h37	13	1987	2 ^e	Bon	nd	aucune	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
06-06-17	14h07	16	1915	2 ^e	Bon	Faible	>0,5h	3	1	2,0	0,5	1	0,8	1,4
06-06-17	8h51	16	1960	Rdc	Moyen	nd	>12h	24	4	14,0	2	2	2,0	8,0
06-06-17	9h31	16	1960	Rdc	nd	nd	nd	1	1	1,0	1	1	1,0	1,0
06-06-17	10h35	18	1960	Rdc	nd	Faible	nd	4	1	2,5	3	4	3,5	3,0
06-06-17	11h45	16	1917	Rdc	nd	nd	>0,5h	6	1	3,5	1	0,5	0,8	2,1
06-06-17	13h53	16	1950	Rdc	nd	nd	> 0,5h	10	5	7,5	2	2	2,0	4,8
06-06-17	14h31	18	1960	Rdc	Bon	nd	>0,5h	12	3	7,5	2	2	2,0	4,8
12-06-17	8h03	16	1960	Rdc	Bon	nd	>0,5h	2	1	1,5	1	1	1,0	1,3
12-06-17	8h41	20	1960	ss	nd	Haut	nd	7	5	6,0	3	3	3,0	4,5
12-06-17	9h06	17	1960	2 ^e	Bon	Haut	nd	3	2	2,5	2	2	2,0	2,3
12-06-17	9h23	16	1950	Rdc	Bon	Haut	aucune	3	3	3,0	2	2	2,0	2,5
12-06-17	9h50	17	1980	Rdc	Bon	Moyen	>0,5h	8	8	8,0	3	3	3,0	5,5
12-06-17	10h30	18	1980	Rdc	Bon	Moyen	>0,5h	2	1	1,5	3	1	2,0	1,8
12-06-17	10h50	16	1940	Rdc	Bon	Moyen	>12h	26	14	20,0	5	5	5,0	12,5
12-06-17	11h24	10*	1970	Rdc	Bon	Faible	aucune	3	2	2,5	1	2	1,5	2,0
20-06-17	8h45	20	1950	Rdc	nd	Haut	>0,5h	8	4	6,0	2	2	2,0	4,0

Date	Heure	Température de l'eau (°C)	Année de construction	Étage	État du robinet	Débit	Stagnation	Concentration de plomb dans l'eau (µg/L) ¹						
								1 ^{er} 125 mL	2 ^e 125 ml	1 ^{er} jet 250 mL	1 ^{er} 1 min	2 ^e 1 min	1 min 250 mL	Concentration d'exposition
20-06-17	9h13	19	1952	rdc	Bon	Moyen	>0,5h	10	17	13,5	2	2	2,0	7,8
20-06-17	9h35	19	1917	Rdc	Bon	Moyen	>0,5h	3	3	3,0	1	6	3,5	3,3
20-06-17	10h13	18	1965	Rdc	Bon	Haut	>0,5h	6	2	4,0	1	1	1,0	2,5
20-06-17	11h10	20	1918	Rdc	Moyen	Moyen	>0,5h	3	3	3,0	1	1	1,0	2,0
20-06-17	11h30	20	1957	rdc	Bon	Faible	>0,5h	10	5	7,5	3	9	6,0	6,8
20-06-17	8h40	17	1934	Rdc	Bon	Haut	>12h	3	1	2,0	1	1	1,0	1,5
20-06-17	9h00	19	1928	2 ^e	nd	nd	>12h	21	13	17,0	3	3	3,0	10,0
20-06-17	9h23	25	1965	2 ^e	Bon	nd	>0,5h	4	3	3,5	2	3	2,5	3,0
20-06-17	9h50	18	1965	Rdc	Bon	nd	nd	27	5	16,0	3	3	3,0	9,5
20-06-17	10h17	17	1964	rdc	Bon	Haut	>0,5h	2	4	3,0	1	1	1,0	2,0
20-06-17	10h50	18	1954	Rdc	Bon	Faible	nd	5	1	3,0	0,8	1	0,9	1,9
14-06-17	8h15	19	?	Rdc	Moyen	Faible	nd	5	7	6,0	0,5	0,5	0,5	3,3
14-06-17	8h24	18	1971	Rdc	Bon	Faible	>12h	20	1	10,5	1	1	1,0	5,8
14-06-17	8h50	18	1912	2 ^e	nd	Haut	aucune	4	2	3,0	0,5	0,5	0,5	1,8
14-06-17	9h33	21	1932	Rdc	Bon	Faible	>12h	15	1	8,0	0,5	0,5	0,5	4,3
14-06-17	9h52	16	?	Rdc	Bon	Moyen	nd	0,5	1	0,8	0,5	0,5	0,5	0,6
14-06-17	10h24	18	1954	2 ^e	nd	nd	>12h	2	5	3,5	1	1	1,0	2,3
14-06-17	9h25	17	1915	1 ^{er}	Bon	Faible	>12h	1	1	1,0	0,5	0,5	0,5	0,8
14-06-17	10h00	19	1941	Rdc	Bon	Faible	>0,5h	11	6	8,5	0,5	0,5	0,5	4,5
14-06-17	10h30	19	?	1 ^{er}	Bon	Faible	>0,5h	3	2	2,5	1	0,4	0,7	1,6
14-06-17	10h52	18	1956	Rdc	Bon	Haut	>0,5h	1	1	1,0	0,5	0,5	0,5	0,8
14-06-17	11h20	18	1970	ss	Bon	Faible	>0,5h	1	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,6
15-06-17	9h00	17	1989	Rdc	Bon	Haut	aucune	4	2	3,0	0,5	0,5	0,5	1,8
15-06-17	10h00	18	1962	Rdc	Bon	Faible	nd	18	5	11,5	2	2	2,0	6,8
15-06-17	10h45	21	1951	Rdc	Bon	nd	>0,5h	4	1	2,5	0,5	0,5	0,5	1,5
15-06-17	11h19	10*	?	Rdc	Bon	nd	nd	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
15-06-17	13h45	18	1973	Rdc	Bon	Haut	nd	1	1	1,0	1	10	5,5	3,3

Notes du tableau 11 :

¹ 50% de la limite de détection a été assigné aux échantillons dont la concentration était inférieure à la limite de détection.

* L'échantillonnage a été effectué à une fontaine réfrigérée.

1^{er} 125 mL : échantillon de 125 mL prélevé au 1^{er} jet

2^e 125 mL : échantillon consécutif au 1^{er} 125 mL

1^{er} jet 250 mL : moyenne du 1^{er} 125 mL et du 2^e 125 mL

1^{er} 1 min : échantillon de 125 mL prélevé après 1 minute d'écoulement à la suite des deux premiers échantillons au premier jet

2^e 1 min : échantillon consécutif au 1^{er} 1 min

1 min 250 mL : moyenne du 1^{er} 1 min et du 2^e 1 min;

Concentration d'exposition : moyenne 1^{er} jet 250 mL et du 1 min 250 mL

Rdc : rez-de-chaussée

ss : sous-sol

2^e : deuxième étage

nd : non disponible

Tableau 12. Statistiques des concentrations de plomb mesurées aux fontaines des classes du préscolaire des 51 écoles de l'île de Montréal – 2017

	Concentration de plomb dans l'eau (µg/L)						Concentration d'exposition
	1 ^{er} 125 mL	2 ^e 125 mL	1 ^{er} jet 250 mL	1 ^{er} 1 min	2 ^e 1 min	1 min 250 mL	
Nombre	51	51	51	51	51	51	51
Moyenne	6,6	3,1	4,9	1,4	1,8	1,6	3,2
Écart type	7,1	3,5	4,8	1,0	2,0	1,3	2,8
LSIC95%	13,7	6,6	9,7	2,4	3,8	2,9	6,0
Minimum	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
5^e percentile	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6
25^e percentile	2,0	1,0	1,4	0,5	0,5	0,5	1,3
Médiane	4,0	2,0	3,0	1,0	1,0	1,0	2,3
75^e percentile	9,0	4,0	7,5	2,0	2,0	2,0	4,5
95^e percentile	22,5	10,5	15,0	3,0	5,5	4,3	8,8
Maximum	27,0	17,0	20,0	5,0	10,0	6,0	12,5

Annexe 3. Données d'exposition utilisées pour estimer la plombémie des jeunes enfants

Tableau 13. Paramètres et concentrations d'exposition au plomb utilisés pour estimer la plombémie des enfants du préscolaire de l'île de Montréal selon une analyse déterministe et une analyse probabiliste

Paramètres	Unités	Analyse déterministe		Analyse probabiliste	
		5-6 ans	Référence	5-6 ans	Référence
AIR					
Temps passé à l'extérieur	heures	1,67	Valcke et coll., 2012	1,67	Valcke et coll., 2012
Taux de ventilation	m ³ /jour	11	Valcke et coll., 2012	11	Valcke et coll., 2012
% absorption	%	50	Fouchécourt et coll., 2005	50	Fouchécourt et coll., 2005
[] de plomb dans l'air extérieur	µg Pb/m ³	0,002	Fouchécourt et coll., 2005	0,0012 + 0,002 * lognormale	Santé Canada, 2013
% de la [] de plomb de l'extérieur = intérieur	%	100	Hypothèse	100	Hypothèse
SOLS/POUSSIÈRES					
facteur sol/poussière	%	50	Valcke et coll., 2012	50	Valcke et coll., 2012
% absorption sol/poussière	%	50	Fouchécourt et coll., 2005	50	Fouchécourt et coll., 2005
Quantité de sol ingéré	mg/jour	35	Valcke et coll., 2012	35	Valcke et coll., 2012
[] de plomb dans les sols	mg Pb/kg	50	Critère A du MDDEP, 1998	38 + 33,3 * lognormale	Santé Canada, 2013
[] de plomb dans les poussières	mg Pb/kg	150	Rasmussen et coll., 2011	144 + 322 * lognormale	Rasmussen et coll., 2011
DIÈTE					
Quantité de plomb ingéré	µg PBb/jour	2,05	U.S.EPA, 2010	2,05	U.S.EPA, 2010
EAU POTABLE					
Quantité totale d'eau ingérée	L/jour	1,198	Valcke et coll., 2012	1,478	Valcke et coll., 2012 **
Quantité d'eau ingérée à l'école	L/jour	0,359	Hypot.: 30% x 1,198L/jour	0,443	Hypothèse : 30% de 1,478 L/jour
% absorption	%	50	Fouchécourt et coll., 2005	50	Fouchécourt et coll., 2005
[] de plomb dans l'eau d'un domicile avec EEP	µg Pb/L	24,9	Beausoleil et Brodeur, 2007	19,7 + 14,3 * lognormale	Beausoleil et Brodeur, 2007
[] de plomb dans l'eau d'un domicile sans EEP	µg Pb/L	1,4	Beausoleil et Brodeur, 2007	0,9 + 0,6 * lognormale	Beausoleil et Brodeur, 2007
[] de plomb dans l'eau de l'école	µg Pb/L	20 ; 10 ; 5 ; 2,3	Échantillonnage DRSP (2017) et hypothèses	3,2 + 2.8 * lognormale 2.1 + 1.3*lognormale	Échantillonnage DRSP (2017) et hypothèses

[] = Concentration

* moyenne + écart type

** La valeur représente la moyenne probabiliste + 1 écart-type afin d'assurer une exposition conservatrice

Annexe 4. Modélisation Monte Carlo

Les analyses de type probabiliste sont souvent utilisées en analyse de risque puisqu'elles permettent d'obtenir un portrait de la densité de probabilité d'un risque pour la santé pour une population en fonction de la variabilité de l'exposition dans cette dernière. Dans le cadre de nos modèles, nous avons choisi de faire varier plusieurs valeurs dont la moyenne, l'écart-type et la forme sont présentées au Tableau 13 de l'annexe 3. Ces distributions sont tirées de campagnes d'échantillonnage sur le territoire de l'île de Montréal (concentrations de plomb dans les résidences *avec EEP* et *sans EEP*, et dans les écoles présentées au Tableau 10 et au Tableau 12) ou de la littérature scientifique. Lorsque la variance n'était pas indiquée dans la littérature, l'étendue de l'ensemble des données a été divisé par quatre tel que proposé par Hozo et coll., 2005. Les concentrations de plomb dans toute l'eau de consommation ont été calculées en utilisant la formule suivante :

$$\text{Eau} = \text{Eau_domicile} \times (1 - P_école) + \text{Eau_école} \times P_école$$

où Eau_domicile = concentration de plomb dans l'eau du domicile

Eau_école = concentration de plomb dans l'eau de l'école

P_école = proportion d'eau consommée à l'école

Les concentrations de plomb dans l'eau du domicile ont été estimées en utilisant trois distributions. Deux de ces distributions étaient celles des concentrations de plomb dans l'eau d'une résidence *avec EEP* et *sans EEP*. La troisième était une distribution uniforme s'étalant entre 0 et 1. Lorsque la valeur aléatoirement sélectionnée dans cette dernière distribution était égale ou inférieure à la proportion des ménages *avec EEP*, la concentration de plomb dans l'eau du domicile était échantillonnée dans la distribution des concentrations *avec EEP*; dans le cas contraire, les concentrations de plomb au domicile étaient sélectionnées dans la distribution *sans EEP*. La proportion de ménage vivant dans une résidence *avec EEP* a été estimée en divisant le nombre de bâtiments ayant encore une *EEP* (61 000 *EEP*) par le nombre de ménages dans l'agglomération de Montréal (849 445 ménages).

Finalement, certaines variables ont été laissées fixes s'il n'était pas possible de les faire varier dans le modèle IEUBK ou qu'aucune distribution n'était disponible dans la littérature.

Liste des références

- ANSES, 2013. Exposition au plomb: effets sur la santé des plombémies inférieures à 100 µg/L. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail France. 137 pages, <https://www.anses.fr/fr/system/files/CHIM2011sa0219Ra.pdf><https://www.anses.fr/fr/system/files/CHIM2011sa0219Ra.pdf>.
- ATSDR, 2007. Toxicological profile for lead. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 528 pages.
- Beausoleil, M. et Brodeur, J., 2007. Le plomb dans l'eau potable sur l'île de Montréal - État de situation et évaluation des risques à la santé. Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal. 48 pages, <http://www.dsp.santemontreal.qc.ca/eaupotable>.
- Boivin, M. C. et Valiquette, L., 1992. L'imprégnation au plomb dans le sang des enfants résidant sur le territoire du DSC Maisonnette-Rosemont. 17 pages.
- Brisson, S. et Brodeur, J., 2004. Maladies à déclaration obligatoire par agent chimique - Région de Montréal 2001 à 2003. Direction de santé publique de Montréal, <http://www.santepub-mtl.qc.ca/Publication/pdftravail/mado2001-2003.pdf>.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2012. Terminologie recommandée pour l'analyse des métaux. 15 pages.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2014. Détermination des métaux par spectrométrie de masse couplée à une source d'émission au plasma d'argon, MA. 203 - Mét.R.P. 1.0, Rév. 3. Ministère du Développement durable, de l'Environnement de la Faune et des Parcs du Québec. 13 pages.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2017. Programme d'accréditation des laboratoires d'analyse. Champs et domaines d'accréditation en vigueur. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 39 pages.
- Colin Hayes, 2010. Lead in Drinking Water. Swansea University.
- Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, 1995. Code national de la plomberie-Canada 1995. Conseil national de recherche du Canada. 38 pages.
- Crump, K. S. et coll., 2013. A statistical reevaluation of the data used in the Lanphear et al. (2005) pooled-analysis that related low levels of blood lead to intellectual deficits in children. Crit Rev Toxicol, 43: 785-99.
- Deshommes, E. et coll., 2013. Application of lead monitoring results to predict 0-7 year old children's exposure at the tap. Water Research, 47: 2409-20.
- Deshommes, E. et coll., 2016. Evaluation of exposure to lead from drinking water in large buildings. Water Research, 99: 46-55.
- Feldman, W. et Randel, P., 1994. Dépistage de l'exposition au plomb chez les enfants au Canada. Dans: Guide canadien de médecine clinique préventive, Santé Canada (Editeurs). chap. 25, pp. 304-327.
- Fouchécourt, M. O., Beausoleil, M., Lefebvre, L., Valcke, M., Belles-Isles, J. C., et Trépanier, M., 2005. Validation des critères B et C de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés - Protection de

- la santé humaine (rapport scientifique et annexes). Institut national de santé publique du Québec, www.inspq.qc.ca/pdf/publications/381-ValidationSols_Annexes.pdf.
- Gouvernement du Canada, 2005. Loi sur les produits dangereux - Règlement sur les revêtements. Gazette du Canada, 139.
- Gouvernement du Canada, 2016. Le plomb. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/salubrite-aliments/contaminants-chimiques/contaminants-environnementaux/plomb.html>.
- Gouvernement du Québec, 2001. Règlement sur la qualité de l'eau potable (Q-2, r.18.1.1).
- Health and Welfare Canada, 1992. A vital link: health and the environment. No.H21-112/1992E. 160 pages.
- Hozo, S. P., Djulbegovic, B., et Iztok Hozo, 2005. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. BMC Medical Research Methodology, 5:13.
- INSPQ, 2003. Définition nosologique d'une maladie à déclaration obligatoire ou d'une intoxication et d'une exposition significative: le plomb. Institut national de santé publique du Québec, http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/227-DefinitionMADO_Plomb.pdf.
- INSPQ, 2016a. Définitions nosologiques - Maladies d'origine chimique ou physique. Ministère de la Santé et des Services sociaux. 127 pages.
- INSPQ, 2016b. Maladies à déclaration obligatoire d'origine chimique: révision des seuils de déclaration par les laboratoires. Groupe de travail sur la révision des seuils de déclaration par les laboratoires. 20 pages.
- JECFA, 2011. Safety evaluation of certain food additives and contaminants - Lead. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.
- Lanphear, B. P. et coll., 2016. Prevention of childhood lead toxicity. American Academy of Pediatrics. 15 pages, <http://pediatrics.aappublications.org/content/pediatrics/early/2016/06/16/peds.2016-1493.full.pdf>.
- Lanphear, B. P., Hornung, R., et et al, 2005. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. Environ. Health Perspect., 113: 894-899.
- Levallois, P. et et coll., 2013. Sources résidentielles de plomb et niveaux de plombémie chez de jeunes enfants habitant d'anciens arrondissements de Montréal. Institut national de santé publique du Québec. 59 pages, www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1620_SourcesResidPlombNiveauxPlomEnfantsHabitantAnciensArrondMtl.pdf.
- MDDEP, 1998. Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés. ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 124 pages, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/index.htm>.
- MSSS, 2007. Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique pour la santé humaine dans le cadre de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et de l'examen des projets de réhabilitation de terrains contaminés - Document en révision. Ministère de la Santé et des Services sociaux.
- Rasmussen, P. E. et coll., 2011. Canadian house dust study: lead bioaccessibility and speciation. Environmental Science & Technology, 45: 4959-65.
- Santé Canada, 2004. Trousse d'information sur le plomb-questions couramment posées sur l'effet de l'exposition au plomb sur la santé humaine, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contaminants/lead-plomb/asked_questions-questions_posees_f.html.

Santé Canada, 2013. Stratégie de gestion des risques pour le plomb. 74 pages, https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/contaminants/prms_lead-psgr_plomb/prms_lead-psgr_plomb-fra.pdf.

Santé Canada, 2015. Troisième rapport sur la biosurveillance humaine des substances chimiques de l'environnement au Canada - Résultats de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé Cycle 3 (2012 à 2013). 84 pages, https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/contaminants/chms-ecms-cycle3/chms-ecms-cycle3-fra.pdf.

Santé Canada, 2017a. Le plomb dans l'eau potable - Document de consultation publique. Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable. 114 pages, <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/healthy-canadians/migration/health-system-systeme-sante/consultations/lead-drinking-water-plomb-eau-potable/alt/lead-drinking-water-plomb-eau-potable-03-01-2017-fra.pdf>.

Santé Canada, 2017b. Quatrième rapport sur la biosurveillance humaine des substances chimiques de l'environnement au Canada. Résultats de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé Cycle 4 (2014-2015). 240 pages, <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/environmental-workplace-health/reports-publications/environmental-contaminants/fourth-report-human-biomonitoring-environmental-chemicals-canada/fourth-report-human-biomonitoring-environmental-chemicals-canada-fra.pdf>.

St-Laurent, J. et coll., 2013. Sources résidentielles de plomb et plombémies chez de jeunes enfants habitant d'anciens arrondissements de Montréal. Institut national de santé publique du Québec. 59 pages, https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1620_SourcesResidPlombNiveauxPlomEnfantsHabitantAnciensArrondMtl.pdf.

U.S.EPA, 2010. Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model for Lead in Children, IEUBK Windows v.1.1 build 11. United States Environmental protection agency, <http://www.epa.gov/superfund/lead/products.htm>.

Valcke, M. et coll., 2012. Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec. Institut national de santé publique du Québec. 141 pages, www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?NumPublication=1440.

Ville de Montréal, 2016. L'eau de votre robinet répond-elle aux normes? Dépliant, http://www1.ville.montreal.qc.ca/banque311/webfm_send/2196.

Ville de Montréal, 2017a. Entrées de service en plomb: Montréal remplacera la portion privée des tuyaux de certains bâtiments. Communiqué du 8 juin 2017, http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=5798,42657625&_dad=portal&_schema=PORTAL&id=28744.

Ville de Montréal, 2017b. Rapports sur la qualité de l'eau potable - Rapports annuels réseaux. http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6497,54611645&_dad=portal&_schema=PORTAL.

Ville de Montréal, 2017c. Tendances des polluants. Page consultée le 8 août 2017, http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7237,74687592&_dad=portal&_schema=PORTAL.

